

**Projectnummer 1544**

**Titel** **Inventarisatie biomassa regio  
Stedendriehoek**

**Eindrapport**

**Datum** **oktober 2009**

**Voor** **Regio Stedendriehoek**

---

# Inventarisatie biomassa regio Stedendriehoek

## Eindrapportage

### Colofon

Auteurs:

Ir. P. J. Reumerman

S. Roelofs, MSc

BTG Biomass Technology Group BV

Postbus 835

7500 AV Enschede

Tel. +31-53-486 1186

Fax +31-53-486 1180

[www.btgworld.com](http://www.btgworld.com)

[office@btgworld.com](mailto:office@btgworld.com)

---

## SAMENVATTING

De regio Stedendriehoek is een samenwerkingsverband van zeven gemeenten: Apeldoorn, Brummen, Deventer, Epe, Lochem, Voorst en Zutphen.

In het kader van deze regionale samenwerking heeft de projectgroep “Biomassa Stedendriehoek” aan BTG opdracht gegeven tot het inventariseren van de biomassa beschikbaarheid, initiatieven en bestaande installaties en kansen in de stedendriehoek, op basis waarvan één of meer biomassa centrales in de regio Stedendriehoek zouden kunnen worden gerealiseerd.

Deze informatie is vergaard door middel van een uitgebreide vragenlijst welke door de deelnemende gemeenten is ingevuld. Deze informatie is aangevuld met literatuurgegevens en beschikbare kennis bij BTG.

Betreffende de **biomassa beschikbaarheid** zijn de volgende biomassastromen beschouwd:

- Verse houtstromen
  - Rooi- en snoeihout van telers
  - Knip- en snoeihout van gemeenten en evt. grof tuinafval van particulieren
  - Vrijkomend hout van landschapsbeheerders
  - Residuen van houtverwerkende industrie
  - Bouw- en sloophout (A/B/C hout)
  - Overloopstromen compostering
- Bouw- en sloophout (A/B/C hout)
- Berm- en slootmaaisel
- Reststromen VGI etc.
- GFT
- Vaste pluimveemest
- Dunne mest van varkens en rundvee

Uit deze inventarisatie is het volgende gebleken aangaande de beschikbaarheid, ofwel het praktisch potentieel, in de regio Stedendriehoek:

- De beschikbaarheid van houtige biomassastromen is ca 17.500 ton per jaar, met een theoretische energie-inhoud van 160 TJ. Dit is te converteren in een hoeveelheid energie equivalent aan 3 miljoen m<sup>3</sup> aardgas per jaar, voldoende voor de verwarming van 1.500 woningen.
- De beschikbaarheid van bouw- en sloophout (A- en B-hout fractie) is 25.000 ton per jaar, met een theoretische energie-inhoud van 380 TJ. Dit is te converteren in een hoeveelheid energie equivalent aan 7 miljoen m<sup>3</sup> aardgas per jaar, voldoende voor verwarming van 3.500 woningen.
- De beschikbaarheid van berm- en slootmaaisel is 10.250 ton per jaar, met een theoretische energie-inhoud van 74 TJ.
- Er komen VGI stromen vrij in de regio, hierbij wordt echter de markt op landelijk niveau bepaald. Ten aanzien van kansen kan worden aangenomen dat er voldoende VGI stromen beschikbaar zijn.

- 
- De beschikbaarheid van GFT is 39.000 ton per jaar, met een theoretische energie-inhoud van 130 TJ.
  - De beschikbaarheid van vaste pluimveemest is 18.000 ton per jaar, met een theoretische energie-inhoud van 144 TJ.
  - De beschikbaarheid van dunne mest van varkens en rundvee is 1,8 miljoen ton per jaar, met een theoretische energie-inhoud van 760 TJ.

Het aantal **bestaande installaties en initiatieven** in de regio Stedendriehoek is hoog: er zijn er meer dan dertig geïdentificeerd. Dit zijn voornamelijk co-vergistingsinitiatieven en –installaties, met name rond Apeldoorn en in mindere mate Zutphen en Deventer. Initiatieven met betrekking tot biomassa verbranding zijn er op kleinere schaal ('heat-only' ketels) of op grote schaal. Op middelgrote schaal zijn er geen initiatieven geïdentificeerd.

**Kansen voor de regio** zijn er met name voor verbranding en vergisting. Uit diverse financiële berekeningen blijkt dat co-vergisting en verbranding haalbaar zijn, mits een aanzienlijk deel van de warmte benut kan worden. Dit heeft als oorzaak de extra inkomsten vanwege de warmte en de hogere SDE vergoeding vanwege deze warmtebenutting. Uit de financiële berekeningen blijkt verder dat groen gasproductie op kleinere schaal niet haalbaar is. Een aantal kansrijke locaties is geïdentificeerd waar een grote en stabiele warmtevraag is of zal komen. Dit is met name bij nieuwe woonwijken en industrieterreinen, waar de aanleg van een warmtenet overwogen kan worden.

In het rapport worden de volgende **aanbevelingen** gedaan:

- Een krachtige inzet op vergisting, in combinatie met upgrading naar groen gas
- Stimulering van GFT vergisting bij de VAR
- Ontsluiting van de warmtevraag bij woonwijken en industrieterreinen door de aanleg van warmtenetten, waarbij gemeenten het voortouw nemen.
- Faciliteren van innovatie op projectniveau door bijvoorbeeld een initiatief ruimte te bieden
- Vergroting van de beschikbaarheid van biomassa door bijvoorbeeld het stimuleren of mogelijk maken van het gebruik van tak- en top hout of door het stimuleren van onderhoud van landschapselementen zoals houtwallen.

---

## AFKORTINGEN EN DEFINITIES

AVI	Afval Verbrandingsinstallatie
BEES-A/BEES-B	Besluiten emissie-eisen stookinstallaties A en B
BTC	Biomassa-technologie-combinaties
Bva	Besluit verbranden afvalstoffen
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
ds	Op droge basis, dus zonder het vochtgehalte mee te nemen
EIA	Energie Investeringsaftrek
ENW	Energieneutrale wijken
GJ	Gigajoule ( $10^9$ Joule)
GFT	Groente- fruit- en tuinafval
ha	Hectare ( $10.000 \text{ m}^2$ )
HTU	Hydrothermal upgrading
IR	Interne Rentabiliteit
kWh	Kilowattuur (3.600 kilojoule)
KWO	Koude- en warmte opslag
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
MEP	Milieukwaliteit Elektriciteits Productie
MWth, MWe	Megawatt thermisch en elektrisch
n.a.	Niet aanwezig
nb	Op natte basis, dus inclusief vochtgehalte
NCW	Netto Contante Waarde
NeR	Nederlandse emissierichtlijn
$\text{Nm}^3$	$\text{m}^3$ bij standaardcondities voor druk (101,3 kiloPascal) en temperatuur (293 Kelvin)
$\text{NO}_x$	Stikstofoxiden
ppm	parts per million (delen per miljoen)
RWZI	Riool Water Zuiverings Installatie
SBB	Staatsbosbeheer
SCW	Superkritiek vergassen
SDE	Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie
$\text{SO}_x$	Zwaveloxiden
TJ	Tera Joule ( $10^{12}$ Joule)
$\text{ton}_{50}$ , $t_{50}$	Tonnage met een vochtgehalte van 50% (op natte basis)
VAR	Veluwe Afval Recycling
VGI	Voedings- en genotmiddelen industrie
WKK	Warmtekracht Koppeling

---

## INHOUD

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>BIOMASSA BESCHIKBAARHEID</b>	<b>3</b>
2.1	INLEIDING	3
2.2	VERSE HOUTSTROMEN	4
2.2.1	<i>Gemeentelijk en particulier knip- en snoeihout</i>	5
2.2.2	<i>Rooi- en snoeihout van fruit- en boomtelers</i>	7
2.2.3	<i>Vrijkomend hout van landschapsbeheerders</i>	8
2.2.4	<i>Overloopstromen compostering</i>	10
2.3	RESIDUEN VAN HOUTVERWERKENDE INDUSTRIE	11
2.3.1	<i>Bouw- en sloophout (A/B/C hout)</i>	11
2.4	BERMGRAS, DIJK- EN SLOOTMAAISEL	13
2.5	RESTSTROMEN VGI	15
2.6	GFT	17
2.7	MEST	19
2.8	PRIJSINFORMATIE	20
<b>3</b>	<b>BIOMASSA INITIATIEVEN</b>	<b>23</b>
3.1	BESTAANDE PROJECTEN EN INITIATIEVEN	23
3.2	CONCLUSIES	26
<b>4</b>	<b>INVENTARISATIE KANSSEN VOOR DE REGIO</b>	<b>29</b>
4.1	BESCHIKBARE EN TOEKOMSTIGE TECHNIEKEN	29
4.2	RANDVOORWAARDEN EN BELEMMERINGEN	32
4.3	FINANCIËLE HAALBAARHEID	34
4.3.1	<i>Status SDE-regeling per september 2009</i>	35
4.3.2	<i>Warmteprijs</i>	36
4.3.3	<i>Andere parameters</i>	36
4.3.4	<i>Decentrale verbranding schone houtachtige groenstromen</i>	37
4.3.5	<i>Kleinschalige verbranding van schoon hout voor warmteopwekking</i>	41
4.3.6	<i>Decentrale verbranding B-hout</i>	42
4.3.7	<i>Co-vergisting van mest met co-substraten</i>	43
4.3.8	<i>Co-vergisting van mest in combinatie met biogas upgrading</i>	44
4.3.9	<i>Conclusies financiële haalbaarheid</i>	45
4.4	KANSSEN: WARMTEVRAAG	45
<b>5</b>	<b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>50</b>
5.1	CONCLUSIES	50
5.2	AANBEVELINGEN	54
<b>6</b>	<b>REFERENTIES</b>	<b>57</b>
	<b>APPENDIX A: GEGEVENS PER GEMEENTE: APELDOORN</b>	<b>59</b>
	<b>APPENDIX B: GEGEVENS PER GEMEENTE: BRUMMEN</b>	<b>62</b>
	<b>APPENDIX C: GEGEVENS PER GEMEENTE: DEVENTER</b>	<b>64</b>
	<b>APPENDIX D: GEGEVENS PER GEMEENTE: EPE</b>	<b>67</b>

---

<b>APPENDIX E: GEGEVENS PER GEMEENTE: LOCHEM</b>	<b>69</b>
<b>APPENDIX F: GEGEVENS PER GEMEENTE: VOORST</b>	<b>71</b>
<b>APPENDIX G: GEGEVENS PER GEMEENTE: ZUTPHEN</b>	<b>73</b>



De regio Stedendriehoek is een samenwerkingsverband van zeven gemeenten: Apeldoorn, Brummen, Deventer, Epe, Lochem, Voorst en Zutphen. In deze zeven gemeenten wonen 410.000 inwoners.

Nuttige toepassing van biomassa voor energieopwekking speelt een rol bij het behalen van de duurzaamheidsdoelstellingen van de provincie. In het kader van het regiocontract van de provincie Gelderland is een projectgroep geformeerd omtrent het onderwerp biomassa Stedendriehoek. Deze projectgroep heeft BTG in de arm genomen met als doelstelling een inventarisatie van biomassastromen, initiatieven en kansen voor bio-energie in de regio Stedendriehoek, op basis waarvan één of meerdere energiecentrales van regionale schaal zouden kunnen worden gerealiseerd.

Deze doelstelling valt uiteen in de volgende activiteiten.

- **Activiteit 1: Inventarisatie van biomassastromen in de regio:** op gestructureerde wijze dient te worden bepaald welke soorten biomassa in de regio beschikbaar zijn voor energieopwekking, wat de hoeveelheden en eigenschappen zijn, wat de huidige verwerkingroutes zijn en wat de logistieke consequenties van de inzet voor bio-energie zijn.
- **Activiteit 2: Inventarisatie bestaande projecten en initiatieven:** aansluitend dient bepaald te worden welke bio-energie installaties reeds operationeel zijn in de regio Stedendriehoek, en welke bio-energie initiatieven er momenteel bestaan in en rondom de regio.
- **Activiteit 3: Inventarisatie kansen voor de regio:** op basis van de geïnventariseerde informatie dient er een overzicht worden gemaakt van kansen voor de regio.

In dit rapport worden de projectresultaten gepresenteerd. In hoofdstuk 2 “Biomassa beschikbaarheid” wordt verslag gedaan van de biomassastromen die aanwezig zijn in de regio stedendriehoek. Per biomassastroom zijn weergegeven: de huidige verwerkingsroutes, de totale hoeveelheden die vrijkomen in de regio en wat de eigenschappen hiervan zijn. In hoofdstuk 3 zijn de bestaande installaties en lopende initiatieven in de Regio Stedendriehoek in kaart gebracht. Hoofdstuk 4 gaat in op de kansen voor de regio. Omdat dit sterk afhankelijk is van de lokale warmtevraag, is deze met name in kaart gebracht. Tot slot wordt er ingegaan op de wijze waarop de regio Stedendriehoek of de afzonderlijke gemeenten initiatieven kunnen stimuleren.



---

## 2

## BIOMASSA BESCHIKBAARHEID

### 2.1

#### Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de biomassaströmen in de Regio stedendriehoek in kaart gebracht. De geselecteerde biomassaströmen, en de partijen waar deze vrijkomen worden in Tabel 1 genoemd.

**Tabel 1** Biomassa strömen en eigenaren

Type biomassaströmen	Eigenaren, ontdoeners en inzamelaars
Rooi- en snoeihout van telers	Fruittelers en boomkwekers
Knip- en snoeihout van gemeenten en evt. grof tuinafval van particulieren	Regionale inzamelpunten (groenverwerkers) en/of composteerders
Vrijkomend hout van landschapsbeheerders	Staatsbosbeheer, Ministerie van Defensie, Gelders Landschap, Natuurmonumenten, Stichting IJssellandschap
Residuen van houtverwerkende industrie	Houtverwerkende industrie
Bouw- en sloophout (A/B/C hout)	Afvalinzamelaars
Overloopströmen compostering	Composteerbedrijven
Berm- en slootmaaisel	Rijkswaterstaat, Provincies, Gemeenten
Restströmen VGI etc.	Industrie
GFT	Inzamelaars en verwerkers zoals de VAR
Overige biomassaströmen	Diverse

Per biomassa stroom zijn de volgende kenmerken aangegeven:

- Relevante karakteristieken van de strömen m.b.t energieopwekking (vocht- en asgehalte, verontreinigingen, morfologie, etc.)
- De omvang
- Seizoensinvloeden
- Eigenaren van de strömen
- De huidige verwerkingsmethode
- Kosten tegen welke de strömen beschikbaar kunnen worden gemaakt
- Logistieke consequenties van de inzet voor bio-energie

De informatie is vergaard door middel van een uitgebreide vragenlijst welke ingevuld is door de deelnemende gemeenten. Daarnaast heeft BTG interviews (telefonisch en in persoon) gehouden met biomassa eigenaren en verwerkers. Tot slot is gebruik gemaakt van beschikbare kennis bij BTG en literatuurgegevens, o.a. statistische gegevens beschikbaar gesteld door het CBS. Informatie over de gemeente Apeldoorn is verkregen uit een recente inventarisatie van Ecofys (2007).

Uit de inventarisatie blijkt dat er voor verschillende strömen aanzienlijke hoeveelheden beschikbaar komen (vaak aangeduid als het *theoretisch potentieel*). Dit betekent echter niet dat dit potentieel in de praktijk ook daadwerkelijk kan worden ingezet voor energie.

In de eerste plaats hebben de biomassaströmen sterk uiteenlopende eigenschappen. Het is technisch niet mogelijk om alle biomassaströmen volledig om te zetten in energie. Een voorbeeld is het groenafval bij composteerders. Elementen zoals bladeren, naalden en dunne twijgen zijn niet geschikt als brandstof in een verbrandingsinstallatie. Bij de inventarisatie is voor de verschillende biomassaströmen daarom aangegeven welk deel

---

technisch geschikt is voor energetische omzetting (vaak aangeduid als het *technisch potentieel*). Het technische potentieel is de dus maximale hoeveelheid biomassa die ingezet zou kunnen worden voor energie.

Of het technisch potentieel ook daadwerkelijk kan worden ingezet voor bio-energie is afhankelijk van verschillende factoren. Zo komt veel biomassa zeer verspreid vrij, waardoor inzameling en transport naar de energiecentrale te kostbaar is of organisatorisch onhaalbaar. Ook zijn er biomassastromen waarvoor alternatieve verwerkingsroutes financieel aantrekkelijker zijn, en stromen waarvoor reeds langjarige verwerkingscontracten zijn afgesloten. Uiteindelijk blijft er een hoeveelheid biomassa over die daadwerkelijk voor energieopwekking ingezet kan worden. Dit wordt aangeduid als het *praktisch potentieel*.

In de volgende paragrafen wordt van de onderzochte biomassastromen het theoretisch potentieel, en een indicatie van het praktisch potentieel aangegeven. Het betreft de beschikbaarheid en de eigenschappen van de volgende biomassastromen:

- Verse houtstromen;
- Industrieel resthout;
- Bouw en Sloophout (B/C-hout);
- Berm en slootmaaisel;
- Reststromen VGI;
- GFT-afval;
- Dierlijke mest.

## 2.2 Verse houtstromen

In de regio Stedendriehoek komen verschillende verse houtstromen vrij:

- Gemeentelijk en particulier knip- en snoeihout;
- Snoei- en rooihout van fruittelers
- Snoei- en rooihout van boomkwekers;
- Houtresiduen uit bos- en landschapsbeheer;
- Overloopstromen compostering.

De individuele stromen worden hieronder verder beschreven.

De bovenstaande opsomming van verse houtstromen vertoont in zekere zin overlap. Veel knip-, rooi- en snoeihout wordt immers afgevoerd naar de groencomposteerders. Bij de conclusies is hiermee rekening gehouden om te voorkomen dat stromen dubbel meegeteld worden.

Omdat het in alle gevallen vers hout betreft zijn in deze paragraaf eerst de karakteristieken weergegeven. De knip-, rooi- en snoeihout stromen bestaan uit vers hout met een vochtgehalte dat gewoonlijk tussen de 40 – 50% ligt. Het asgehalte van de stromen varieert. Het asgehalte geeft aan welk deel van een brandstof overblijft na verbranding. Het asgehalte wordt vaak weergegeven als een gewichtspercentage van de brandstof (op droge basis). Het betreft daarbij niet alleen de as die in het houtige materiaal aanwezig is, maar ook aanhangend zand dat bij het verzamelen van het hout mee wordt genomen. Rooihout van boom- en fruittelers bevat ook wortelstronken met

veel aanhangend zand, waardoor het asgehalte van deze stroom aanzienlijk hoger kan zijn.

In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de karakteristieken van de verschillende stromen. Met deze karakteristieken zijn de stromen geschikt voor energieopwekking en in de praktijk worden dergelijke stromen elders in Nederland en Europa al op grote schaal ingezet voor energie.

**Tabel 2** Karakteristieken van knip-, rooi- en snoeihout

Type	Vocht (nb)	As	Stookwaarde (GJ/tnb)
Knip- en snoeihout	40-50%	5-7%	8-10
Hout landschap beheerders	40-50%	3-5%	8-10
Rooihout fruit en boomteelt	40-50%	5-15%	8-10

### 2.2.1 Gemeentelijk en particulier knip- en snoeihout

Knip- en snoeihout is houtige biomassa dat vrij komt bij groenonderhoud van gemeenten (zoals onderhoud van plantsoenen, bomen op gemeentegrond, etc.) en grof tuinafval van particulieren. Deze laatste biomassastroom wordt ook op gemeentelijk niveau ingezameld en verder verwerkt.

De inzameling en verwerking van knip -en snoeihout in de Stedendriehoek is weergegeven in

Figuur 1 door middel van een flow diagram. Het groenonderhoud in de regio Stedendriehoek wordt door de gemeenten zelf georganiseerd. Hiervoor worden groendiensten ingeschakeld, bijv. de Deventer groendienst in Deventer of GNL in Apeldoorn. Verder zijn hoveniers en groenaanemers betrokken bij het onderhoud van gemeentelijk plantsoen.

De gemeentelijke groendiensten voeren het knip- en snoeihout af naar de inzamelpunten van Berkel milieu, Circulus of naar Bruins & Kwast. Berkel milieu en Circulus verzorgen de inzameling van afval in een groot gedeelte van de regio. Berkel milieu opereert in de gemeenten: Brummen, Bronckhorst, Lochem en Zutphen. Circulus is actief in de gemeenten: Apeldoorn, Deventer en Epe. De gemeenten zijn aandeelhouders van deze bedrijven. Het groenafval dat bij hen wordt ingezameld wordt afgevoerd naar Bruins & Kwast (Circulus 2009). Ter Horst verzorgt de inzameling van grof tuinafval in Voorst en voert dit af naar de VAR.

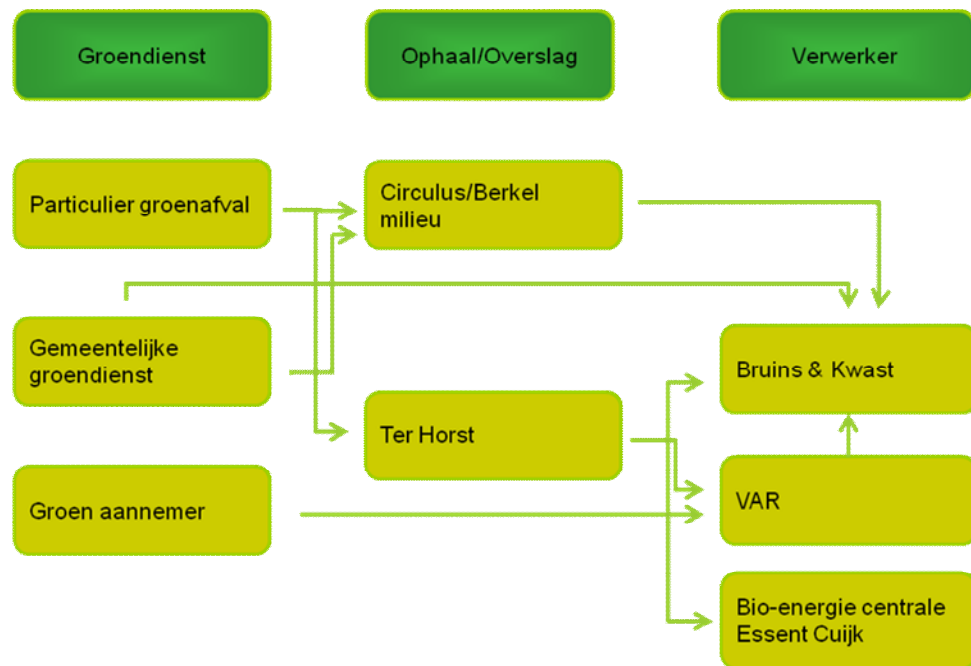
Groenaanemers brengen het knip -en snoeihout naar de VAR, Bruins & Kwast of nadat het versnipperd is naar de bio-energie centrale van Essent in Cuijk. Een overzicht van instanties met betrekking tot onderhoud en verwerking voor zover dit bekend is per gemeente is gegeven in Tabel 3.

**Tabel 3** Inzamel en verwerkingsbedrijven actief per gemeente (gemeenten, 2009)

Gemeenten	Uitvoerder onderhoud/verwerker
Apeldoorn	GNL
Brummen	Jaarcontract verwerking bij composteerder
Deventer	Deventer groenbedrijf
Epe	Gemeentelijke groendienst verzamelt knip en snoeihout

Lochem	Loonbedrijf versnipperd, verwerkt en zet af in Cuijk
Voorst	Groendienst/Sociale werkplaats Delta
Zutphen	Bruins & Kwast composteert. Contractduur is 3 jaar

De uiteindelijke verwerking van het knip- en snoeihout afkomstig van gemeenten en particulieren vindt plaats als brandstof in de bio-energie centrale van Essent in Cuijk, of bio-energiecentrale van BioEnergie Twente in Goor. De VAR composteert een gedeelte van het knip- en snoeihout en brengt de rest (25%) naar Bruins & Kwast tevens voor compostering.



**Figuur 1** Flow diagram inzameling en verwerking van knip- en snoeihout

In Tabel 4 is weergegeven hoeveel particulier en gemeentelijk groenafval vrijkomt per gemeente. Deze gegevens zijn afkomstig van het (CBS, 2006) en komen overeen met de gegevens zoals die verstrekt zijn door de gemeenten. De totale hoeveelheid gemeentelijk groenafval en particulier grof tuinafval in de regio Stedendriehoek is respectievelijk 16.925 en 6.816 ton<sub>nb</sub>/jaar.

Statistieken over knip- en snoeihout afkomstig van gemeenten zijn alleen beschikbaar als onderdeel van de statistiek “groenafval”. Hierbij is inbegrepen: takken, snoeihout en bermmaaisel. Een realistische aanname is dat de helft hiervan uit snoeihout bestaat, wat overeenkomt met 8.463 ton<sub>nb</sub>/jaar. Ten opzichte van het gemeentelijk groenafval bevat het particulier groenafval (= ‘grof tuinafval’) meer zand en modder en niet houtige groenstromen, welke ongeschikt zijn voor energetische toepassingen. Naar schatting is ongeveer 25% van het particuliere grove tuinafval geschikt om in te zetten voor energie-opwekking, wat overeenkomt met 1.704 ton<sub>nb</sub>/jaar.

**Tabel 4** Groenafval (theoretische potentieel) (CBS, 2006)

Gemeenten	Grof tuinafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Gemeentelijk groenafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Apeldoorn	2.328	4.967

Brummen	127	1.207
Deventer	1.172	3.126
Epe	1.221	1.881
Lochem	267	1.902
Voorst	949	1.352
Zutphen	752	2.490
<b>Totaal</b>	<b>6.816</b>	<b>16.925</b>

### *Conclusie*

Jaarlijks kom een totale hoeveelheid van 16.925 ton<sub>nb</sub> gemeentelijk groenafval vrij en 6.816 ton<sub>nb</sub> grof tuinafval. Het praktisch potentieel is echter minder, namelijk 10.167 ton<sub>nb</sub>/jaar. Dit is gelijk aan een energetisch potentieel van 91 TJ. De meeste gemeenten hebben groen onderhoud uitbesteed aan een groenaannemer of laten het verzorgen door de gemeentelijke groendienst. Het overgrote deel van het groenafval wordt gecomposteerd bij Bruins en Kwast in Goor. Een ander deel wordt versnipperd en verwerkt in bio-energie centrales van Essent in Cuijk en Bruins en Kwast in Goor. Een prijsindicatie hiervoor is een positieve waarde van 25 - 30 €/ton (prijs 'aan de poort').

### 2.2.2 **Rooi- en snoeihout van fruit- en boomtelers**

Het is niet direct interessant om *Snoeihout* van de fruitteelt als energiehout beschikbaar te maken. Het komt zeer verspreid vrij en het bevat relatief weinig hout. Het wordt daarom in de studie buiten beschouwing gelaten.

#### *Rooihout fruittelers*

Rooihout komt vrij omdat fruitpercelen gemiddeld om de tien jaar gerooid worden voor nieuwe aanplant. Daarnaast worden er percelen gerooid om plaats te maken voor fruitsoorten die meer opleveren, of wanneer een fruitbedrijf stopt. Gemiddeld genomen wordt jaarlijks dus tenminste 10% van het gebruikte areaal gerooid. In de regio Stedendriehoek wordt 54 ha voor de fruitteelt gebruikt. Per ha komt 40 ton<sub>nb</sub> rooihout per jaar vrij (BTG, 2008).

Niet alle residuen zijn daadwerkelijk beschikbaar voor bio-energie. In de eerste plaats vanwege de kwaliteit. Zo zijn bijvoorbeeld boomwortels zonder bewerking minder geschikt voor energie doeleinden vanwege aanhangend zand en/of klei (hoog asgehalte). Andere belemmeringen kunnen zijn logistieke belemmering omdat het hout op veel verschillende plekken vrij komt (BTG 2008). Hierdoor is het praktisch potentieel de helft van het theoretisch potentieel. Het theoretisch potentieel in de regio Stedendriehoek is 215 ton<sub>nb</sub>/jaar en het praktisch potentieel is 108 ton<sub>nb</sub>/jaar. In Tabel 5 is een overzicht per gemeente gegeven.

**Tabel 5** Rooihout fruit- en boomkwekers

	Rooihoutproductie van fruit [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Rooihoutproductie van boomkwekerijen [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Praktisch potentieel [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Rooihout [GJ] potentie
	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel		
Apeldoorn	424	212	272	34	246	2.214

Brummen	0	0	31	4	4	35
Deventer	49	24	86	11	35	316
Epe	193	97	3.663	458	555	4.991
Lochem	178	89	154	19	108	974
Voorst	1.311	655	132	16	672	6.047
Zutphen	0	0	5	1	1	5
<b>Totaal</b>	<b>2.155</b>	<b>1.077</b>	<b>4.342</b>	<b>543</b>	<b>1.620</b>	<b>14.582</b>

(CBS, 2006; BTG, 2008)

#### *Rooihout boomkwekers.*

Voor boomkweek geldt dat gemiddeld 10% per jaar geroooid wordt. Dit levert 16 ton<sub>nb</sub>/ha/jaar op. In de regio Stedendriehoek wordt 271,4 ha grond aangewend voor het kweken van bomen (CBS, gegevens 2006). Dit resulteert in een theoretisch potentieel van 4.342 ton<sub>nb</sub>/jaar. Ongeveer 75% wordt echter al verkocht aan handelaren die het opwerken tot haardhout. Van de resterende 25% is hooguit de helft geschikt voor energetische benutting, omdat het volume ook aanhangend zand en klei bevat. Het praktisch potentieel is daardoor gelijk aan 543 ton<sub>nb</sub>/jaar.

#### **Conclusie**

Het praktisch potentieel van rooihout in de regio Stedendriehoek bedraagt 1.620 ton<sub>nb</sub>/jaar. Een geschikte omzettingstechnologie is verbranding waarbij de energie opbrengst gelijk is aan 14,6 TJ. Bij verbranding in een houtverbrandingsinstallatie is dit ongeveer gelijk aan 240.000 m<sup>3</sup> aardgas per jaar. Bij een gemiddeld gasverbruik per woning van 2.000 m<sup>3</sup> per jaar is dit voldoende voor 120 woningen. Bij benutting van dit energetisch potentieel moet rekening gehouden met de kosten van logistiek in verband de geografische spreiding van het vrijkomende hout.

### **2.2.3 Vrijkomend hout van landschapsbeheerders**

Bij het beheer en onderhoud van bossen komt dunningshout vrij. De Nederlandse bossen zijn onder te verdelen in 23% natuurbos (geen oogst gewenst) en 77% productief bos (wel oogst mogelijk). In dit rapport is uitgegaan van een jaarlijkse volume bijgroei van spilhout en takken van 9 m<sup>3</sup>/ha/jaar. Van deze bijgroei kan 70% worden geoogst zonder dat dit de natuurwaarde van het bos aantast (Kuiper and Lint 2008). Dit resulteert in 1 ton/ha/jaar dunningshout dat beschikbaar komt. Spilhout is geschikt voor industriële toepassingen en wordt niet gerekend tot biomassa potentieel.

Tabel 6 is de resulterende hoeveelheid dunningshout die vrijkomt in de regio Stedendriehoek per gemeente weergegeven. Het totale oppervlakte aan bos in de regio Stedendriehoek is gelijk aan 28.763 ha (CBS, 2003). Dit levert een theoretisch biomassa potentieel op van ongeveer 28.763 ton<sub>nb</sub>/jaar. Het energetisch potentieel hiervan is 258,9 TJ bij verbranding.

**Tabel 6** Hout potentieel voor energieopwekking (theoretisch potentieel)

<b>Gemeenten</b>	<b>Dunningshout bos [ton/jaar]</b>
Apeldoorn	16.689
Brummen	1.497
Deventer	1.325
Epe	6.426

---

Lochem	1.874
Voorst	870
Zutphen	82
<b>Totaal</b>	<b>28.763</b>

---

(CBS, 2003)

In deze regio zijn de volgende instanties actief op het gebied van landschapsbeheer: Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, Geldersch landschap en stichting IJssellandschap. Verder zijn er nog een aantal kleinere landschapsbeheerders actief als De Bannink nabij Deventer, en Frieswijk in Schalkhaar. In Figuur 2 is een overzicht gegeven van de bestemming van het dunningshout afkomstig van een aantal landschapsbeheerders.

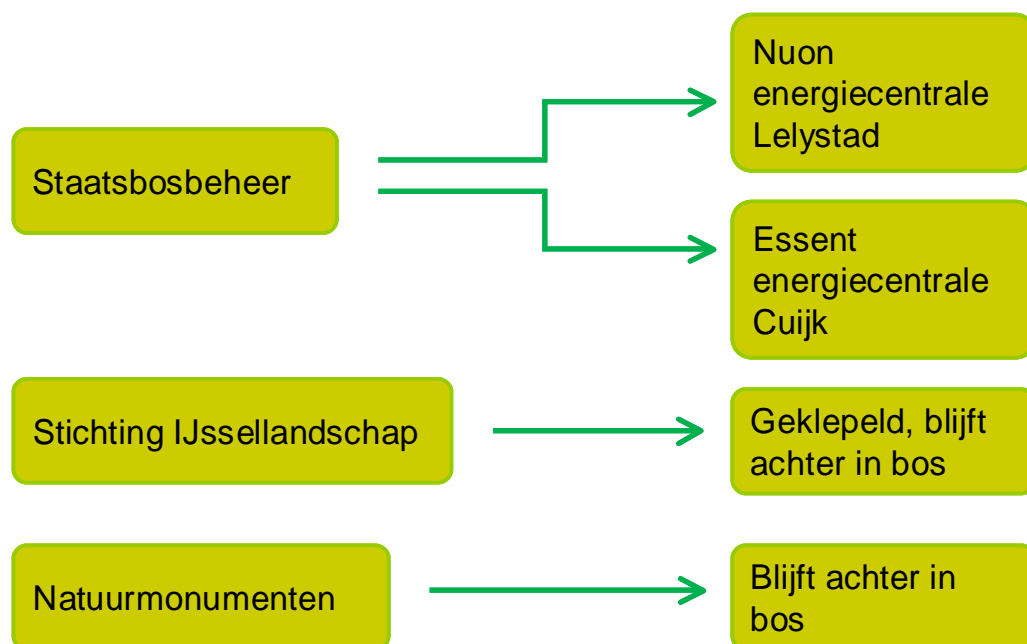
Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten werken op sommige vlakken samen. Het ingezamelde hout door Staatsbosbeheer wordt geleverd aan de Nuon energiecentrale in Lelystad en de Essent centrale in Cuijk. De hoeveelheden variëren per jaar en worden door Staatsbosbeheer afhankelijk van de locatie met verlies of winst afgezet. Houtchips hebben een positieve waarde voor de biomassa eigenaar van €35 - €45/ton. Er bestaan initiatieven om ook gras, heide, veen en ruigte als biomassa af te zetten. Voor de exploitatie en logistiek zet Staatsbosbeheer aannemers in.

Stichting IJssellandschap is in het bezit van 1.200 hectare bos rondom Deventer. Zij heeft een adviesbureau opdracht gegeven om de beschikbaarheid van biomassa uit tak- en tophout op de terreinen van de stichting en de haalbaarheid van een hout-cv in kaart te brengen. De conclusie van deze studie was dat een houtgestookte CV ketel op eigen terrein niet rendabel is, het advies was om samenwerking te zoeken in de regio. Voor tak- en snoeihout wordt nog steeds een aantrekkelijke afzetmarkt gezocht. Tevens is er een bosbeheer plan opgesteld waarin gespecificeerd is welke gebieden een natuurbos functie hebben en welke gebieden als productiebos aangemerkt zijn. Elk gebied wordt eens in de vijf jaar onderhouden. In de komende jaren wordt hierdoor een verhoogde houtoogst verwacht. Tevens vindt er herstel plaats aan heide gebieden waarvoor bos moet wijken. Voor zover hout geoogst wordt, gaat dit naar houthandel Van den Nagel in Elspeet. Tevens komt er snoeihout vrij van het onderhoud aan de heggen langs de IJssel. Dit hout wordt door het jaar heen verkocht en als biomassa gebruikt. Bijvoorbeeld voor het verwarmen van een kippenstal.

Verder is op het gebied van landschapsbeheer de agrarische natuurvereniging Het Onderholt actief in de regio. Het werkgebied van 't Onderholt omvat de gemeenten Lochem, Bronckhorst, Berkelland (alleen het deel van de voormalige gemeente Ruurlo) en het buitengebied van de gemeente Zutphen. Door middel van het project "Stoken op Streekhout" probeert zij het stoken op snoeihout onder haar leden te stimuleren.

Een knelpunt bij het oogsten van dunningshout zijn de kosten en het beleid dat landschapsbeheerders voeren met betrekking tot het al dan niet oogsten van hout. Vanwege deze logistieke problemen is het praktisch potentieel een stuk lager dan het theoretisch potentieel. De aanname is gemaakt dat deze 25% is van het theoretisch potentieel. Daarbij komt dat het hout dat vrijkomt in de gemeente Epe wordt verwerkt in de spaanplaatindustrie en niet wordt beschouwd als praktisch potentieel. Dit resulteert in een praktisch potentieel van 5.584 ton<sub>nb</sub>/jaar en 50 TJ. Indien er logistieke oplossingen

gevonden worden voor dunningshout afkomstig van landschapsbeheer, kan er een additionele stroom biomassa ontsloten worden, welke geschikt is voor energiedoeleinden.



**Figuur 2** Overzicht van de bestemming van dunningshout verzameld door landschapsbeheerders

### **Conclusie**

De regio Stedendriehoek is zeer bosrijk. Grote hoeveelheden snoeihout worden door Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten al naar energiecentrales gebracht in Cuijk en Lelystad. Een prijsindicatie hiervoor is een positieve waarde van €35 - €45/ton. Het praktisch potentieel is gelijk aan 5.584 ton<sub>nb</sub>/jaar, equivalent met 50 TJ energiewaarde. Stichting IJssellandschap kan een structurele hoeveelheid tak- en tophout leveren de komende 10 jaar en zoekt hiervoor nog een lucratieve duurzame bestemming.

#### **2.2.4**

### **Overloopstromen compostering**

Binnen de regio Stedendriehoek is één grote composteerder gesitueerd, de VAR in Wilp. De totale hoeveelheid materiaal dat bij de VAR gecomposteerd wordt is 155.000 ton (in 2009), hetgeen zal oplopen naar 210.000 ton in 2010 (VAR, 2009). Inputs van het composteringsproces zijn voor het grootste gedeelte GFT-afval, en daarnaast wordt er gemeentelijk en particulier knip- en snoeihout gecomposteerd.

Eenzijds is voor een composteerder de houtige fractie in het groenafval van belang voor een goed verloop van het composteringsproces. Het houtachtige materiaal zorgt voor een goede structuur en een goede kwaliteit van de compost. Aan de andere kant composteert de houtachtige fractie relatief langzaam, zodat er aan het eind van het proces een hoeveelheid hout in het gecomposteerde materiaal overblijft. Deze fractie moet worden afgezeefd en kan opnieuw in het composteringsproces worden gebracht, totdat het geheel is gecomposteerd. Het opnieuw inbrengen van het hout in het composteringsproces brengt extra kosten met zich mee en vergt extra capaciteit.

---

Er zijn daarom twee mogelijke stromen beschikbaar bij een composteerder. Ten eerste is er de mogelijkheid om de houtachtige fractie te scheiden voordat deze gecomposteerd wordt. Daarnaast is er de mogelijkheid om de composteringsoverloop in te zetten voor energiedoeleinden. De hoeveelheid houtig materiaal die bij de composteerder kan worden onttrokken hangt af van de verhouding tussen voor het proces beschikbare hoeveelheden hout en overig groenafval. Zo zal een composteerder die structureel veel maaisel aangeboden krijgt, relatief wat minder hout kunnen missen. Aan de andere kant is slechts een beperkt deel van het aangevoerde houtige materiaal effectief op te werken tot brandstofkwaliteit, zodat er altijd een zekere hoeveelheid beschikbaar blijft voor het composteringproces.

De composteerders schatten dat over het jaar genomen gemiddeld ongeveer 15% van het groenafval beschikbaar kan worden gemaakt voor energietoepassingen. Deels door voor compostering de houtige fractie af te scheiden en deels in de vorm van composteringsoverloop. De hoeveelheid beschikbare compostoverloop bij de VAR is 25.000 ton/jaar, hetgeen goed overeenkomt met het eerder genoemde kental, en heeft een energetisch potentieel van 225 TJ/jaar. Momenteel wordt dit verwerkt in de Biomassa Elektriciteit Centrale (BEC) van Twence.

Zoals eerder aangegeven is deze composteringsoverloop afkomstig uit knip- en snoeihout van gemeenten en particulieren, en uit de houtige fractie van het GFT afval. Dat wil zeggen dat deze materialen indirect dus toch een duurzame energie toepassing krijgen. Daarnaast dient ervoor gewaakt te worden om deze biomassa stroom bij het potentieel op te tellen, omdat er anders een dubbeltelling kan ontstaan met gemeentelijk en particulier knip- en snoeihout (reeds behandeld in paragraaf 2.2.1). Vanwege deze redenen wordt er voor gekozen om compostoverloop niet bij het biomassa potentieel op te tellen.

### ***Conclusie***

De composteringsoverloop die vrijkomt bij de VAR heeft al een duurzame bestemming en wordt verwerkt in een bio-energie centrale. Omdat deze bio-energie stroom al een duurzame toepassing heeft, en om dubbeltellingen te vermijden wordt deze stroom niet bij de potentiëlen opgeteld.

## **2.3 Residuen van houtverwerkende industrie**

### **2.3.1 Bouw- en sloophout (A/B/C hout)**

Bouw- en sloophout van particulieren in de regio Stedendriehoek wordt in bijna alle gemeenten ingezameld door Circulus en Berkel milieu. In de gemeente Voorst echter, brengen inwoners dit afval zelf naar de VAR. Bouw- en sloophout kan ingedeeld worden in drie categorieën:

- A-hout is vers of onbehandeld hout;
- B-hout is behandeld hout (verf- of lijmresten zijn acceptabel);
- C-hout is verduurzaamd hout.

Circulus/Berkel milieu maakt geen onderscheid tussen A- en B-hout. Wel is een categorie A<sup>+</sup> gedefinieerd; A+ hout bevat B-hout dat voor 30% of meer A-hout bevat (Circulus, 2009). In Tabel 7 is een overzicht gegeven van de hoeveelheden A-, B- en C-hout van particulieren die vrijkomen in de regio Stedendriehoek. Deze gegevens zijn verkregen van het CBS.

Het theoretisch potentieel is gelijk aan de ingezamelde hoeveelheden. De totale hoeveelheid A- en B- hout in de regio afkomstig van particulieren is 6.300 ton<sub>nb</sub>/jaar. De beschikbare hoeveelheid C- hout is 810 ton<sub>nb</sub>/jaar. De VAR is tevens een grote inzamelaar op het gebied van bouw -en sloophout. Per jaar wordt hier 25.000 ton B- hout, 5 à 10.000 ton A- hout en 5.000 ton C- hout ingezameld. Hierbij zit natuurlijk ook hout afkomstig van buiten de regio.

A- en B- hout wordt afgezet op de markt en over het algemeen verwerkt tot spaanplaten of verwerkt in een bio-energie centrale. Twee onlangs gerealiseerde bio-energie centrales zijn de Bio-energiecentrale van Twence in Hengelo en bio-energie Twente in Goor. De BEC Twence heeft een verwerkingscapaciteit van 230.000 ton composteeroverloop, snoeihout en B-hout per jaar, waarvan het grootste deel uit B-hout bestaat. In Goor wordt 17.000 ton B-hout per jaar verwerkt.

C- hout wordt verbrand in Duitsland. Vanwege de hogere emissie eisen in Nederland, is het aantrekkelijk dit te exporteren.

**Tabel 7** Hoeveelheden A - B - en C – hout van particulieren in de regio Steden Driehoek (CBS 2007)

Gemeenten	A - en B - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]	C - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Apeldoorn	2.018	155
Brummen	233	42
Deventer	2.540	293
Epe	231	65*
Lochem	334	67
Voorst	368*	47*
Zutphen	658	141
<b>Totaal</b>	<b>6.381</b>	<b>810</b>

\*schatting (geen gegevens beschikbaar bij het CBS)

### *Conclusie*

De totale hoeveelheid A-, B- en C- hout welke beschikbaar komt in de regio Stedendriehoek wordt geschat op 5.000 – 10.000 ton/jaar aan A-hout, 25.000 ton/jaar aan B-hout en 5.000 ton/jaar aan C-hout. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat het particulier bouw- en sloofafval uit de Stedendriehoek niet hierbij opgeteld dient te worden, om dubbeltellingen te vermijden.

A- en B-hout worden verwerkt in de spaanplaatindustrie of gebruikt voor energieopwekking. Hierbij is de prijs voor B-hout aanzienlijk lager dan die van A-hout. Voor C-hout bestaat een markt in het buitenland en niet in Nederland. Het praktisch potentieel wordt hier geschat op 25.000 ton/jaar, waarbij er vanuit wordt gegaan dat alleen B-hout daadwerkelijk in Nederland gebruikt zal worden voor bio-energie. A-hout heeft een positieve waarde voor de eigenaar van €35 - €45/ton en B-hout €15 - €25/ton.

---

## 2.4 **Bermgras, dijk- en slootmaaisel**

Bermgras komt vrij via onderhoud van rijks- en provinciale wegen (Rijkswaterstaat en provincies), dijk- en slootmaaisel komen grotendeels vrij via de waterschappen (onderhoud van taluds, dijken etc.).

### *Bermgras*

Om de totale hoeveelheid bermgras te bepalen is gekeken naar het aantal km weg dat in de Stedendriehoek onderhouden dient te worden. Dit is gelijk aan 4.188 km (CBS, 2008). Hiervan bestaat 3.765 km uit gemeentelijke wegen, 288 km uit provinciale wegen en 136 km uit rijkswegen. De aanname is gemaakt dat de helft van de wegen een berm heeft. Per km weg komt 3.5 ton bermgras per jaar vrij (BTG 2008). De totale hoeveelheid bermgras is 7.329 ton<sub>nb</sub>/jaar. Het gros van dit bermgras wordt gecomposteerd bij Bruins & Kwast, Veluwenkamp en een klein deel afkomstig uit Voorst bij de VAR. Verder probeert Natuurmonumenten een project waarbij het uitgestrooid wordt over land uit te breiden (Natuurmonumenten 2009). Een prijsindicatie voor de afvoer van bermmaaisel is €35 - €45/ton. Deze biomassa heeft dus een negatieve waarde voor de eigenaar.

Het maaien vindt hoofdzakelijk plaats in de maanden mei-juni en september-oktober en het bermgras komt dus met pieken vrij. Het vochtgehalte van vers gemaaid gras is hoog (tot 70% op natte basis). Bij ecologisch bermbeheer dient het gemaaid gras in principe gelijk worden afgevoerd om zo de berm te versralen. In de praktijk lukt dit niet altijd. Hierdoor ligt het vochtgehalte bij afvoer gemiddeld tussen de 50 - 70%. Natuurlijke droging in de berm is in de praktijk geen optie. In de eerste plaats omdat er dan niet meer sprake is van ecologisch bermbeheer en voorts ook vanwege wisselende weersomstandigheden en kosten.

In het verleden is bermgras covergist met mest, onder andere bij de Scharlebelt in Nijverdal. Bermgras staat echter niet op zogenoemde positieve lijst, vanwege geconstateerde verontreinigingen. De positieve lijst is een overzicht van biomassastromen waarbij het digestaat dat resteert na co-vergisting nog als meststof wordt aangemerkt. Om deze reden is co-vergisting met mest momenteel geen aantrekkelijke optie. Momenteel loopt er een proef in Groningen om bermgras te co-vergisten. deze proef wordt uitgevoerd door de provincie Groningen in samenwerking met Alterra.

Vanwege het hoge vochtgehalte is de stookwaarde slechts 5,5 – 9,0 GJ/ton (Tabel 8). Het asgehalte is relatief hoog vanwege het zand dat wordt meegenomen bij het oprapen of balen van het gras. Ten opzichte van hout is het stikstofgehalte van bermgras duidelijk hoger. Dit kan tot hogere NO<sub>x</sub>-emissies leiden bij thermische conversie, waardoor extra rookgasreiniging vereist is. Ook het chloorgehalte van bermgras is in het algemeen hoger dan voor hout, wat kan leiden tot corrosie en hogere emissies in de rookgassen. Om deze redenen is bermgras minder geschikt voor thermische verwerking dan hout.

**Tabel 8** Elementaire samenstelling bermgras

Parameter	Waarde
Vochtgehalte	50-70% (nb)
Stookwaarde	5,5 – 9 GJ/ton (nb)

As	8,4% (ds)
N	1,7% (ds)
S	0,13% (ds)
Cl	0,36 (ds)

Bron: (BTG, 2003), (TNO-MEP, 2001)

Natuurgras dat vrij komt bij Stichting IJssellandschap gaat op dit moment naar agrariërs in de omgeving, waar het wordt bijgemengd als veevoer. Wat overblijft gaat naar Bruins & Kwast (Stichting IJssellandschap 2009).

#### *Dijk- en slootmaaisel*

Het onderhoud van de taluds en dijken in de regio Stedendriehoek wordt grotendeels verzorgd door Waterschap Veluwe. Ook Waterschap Rijn en IJssel en Groot Salland zijn in een aantal gemeentes actief op het gebied van sloot onderhoud. Aangenomen wordt dat dijk- en slootmaaisel qua samenstelling vergelijkbaar is met bermgras, dus een vochtgehalte tussen 50 - 70% en een stookwaarde van 5,5 - 9 GJ/ton<sub>nb</sub>.

De hoeveelheid maaisel afkomstig van dijken en sloten in de regio Stedendriehoek is bij benadering 2.900 ton<sub>nb</sub>/jaar. Deze hoeveelheid is afgeleid uit gegevens van het Waterschap Veluwe, en het waterschap Rijn en IJssel (Waterschap Rijn en IJssel, 2009). Deze waterschappen geven aan respectievelijk 1.400 ton<sub>nb</sub>/jaar en 7.500 ton<sub>nb</sub>/jaar aan sloot- en dijkmaaisel te produceren. Vanuit de waterschappen wordt aangegeven dat de hoeveelheid maaisel die bij de waterschappen vrijkomt bij bermonderhoud minimaal is. Derhalve wordt aangenomen dat er van dubbeltelling geen sprake is. Deze waarden zijn gemiddeld, met een correctie voor het oppervlak van de Stedendriehoek. 2.900 ton<sub>nb</sub>/jaar komt overeen met een stookwaarde van 16 – 26 TJ/jaar.

#### *Dijkmaaisel*

Dijkmaaisel wordt verwerkt tot ronde balen en mogelijk door boeren als hooi gebruikt of naar Veluwenkamp Compost bv. gebracht voor compostering. Mogelijkheden om dijkmaaisel te gebruiken voor energie nemen toe, met name omdat gebruikt als compost onaantrekkelijker wordt. Tegenwoordig dient compost bemonsterd te worden, waarbij het nitraat en fosfaat gehalte dat op het land uitgestrooid wordt dient te worden gecontroleerd. In dat geval is het voor boeren vaak interessanter om mest te strooien wat de afzet van compost bemoeilijkt. Mogelijkheden tot vergisten van maaisel worden onderzocht. (Waterschap Veluwe 2009).

#### *Slootmaaisel*

In het kader van de “kleine kringloop” (toepassing van maaisel binnen 100 – 400 meter van waar het ontstaat) wordt slootmaaisel op aanliggende percelen verspreid. Boeren kunnen er voor kiezen om zelf mee te rijden met een kiepwagen of het maaisel later te verzamelen in de buurt van een maïsland waar het wordt omgeploegd in het veld na de maïs oogst. Officieel zal het maaisel binnen 6 weken verspreid moeten worden. In het kader van de “grote kringloop” (toepassing van maaisel verder weg van waar het ontstaat) wordt het ook vaak verspreid binnen 1 km. Dan belandt het vaak op maïsland. Door verwijdering van het gemaaid gras door boeren, verschaalt de grond waardoor minder maaien nodig is. Dit is een gewenste ontwikkeling omdat minder verstoring van de natuur optreedt naarmate minder onderhoud gepleegd hoeft te worden (Waterschap Veluwe 2009). Gevolg van gebruik van de “kleine kringloop” en de “grote kringloop” is dat dit

---

maaisel tegen een goedkoper tarief wordt afgezet, en dus minder snel voor bio-energie gebruikt zal worden.

### **Conclusie**

Het maaisel dat vrijkomt bij onderhoud van de taluds wordt op dit moment gecomposteerd of als hooi afgezet aan boeren. Vanuit de composteerdere en het Waterschap Veluwe is er interesse in het vergisten van dijk en slootmaaisel. De totale hoeveelheid dijk- en slootmaaisel die vrijkomt bij het onderhoud door Waterschap Veluwe is 2.900 ton<sub>nb</sub>/jaar met een stookwaarde van 16 – 26 TJ/jaar. De totale hoeveelheid bermgras die vrijkomt in de regio Stedendriehoek is 7.329 ton<sub>nb</sub>/jaar, hetgeen overeenkomt met een stookwaarde van 40 – 66 TJ/jaar. Om uiteenlopende redenen is toepassing voor energieopwekking van deze biomassa stromen niet eenvoudig.

## **2.5 Reststromen VGI**

De voeding- en genotmiddelen industrie (VGI) heeft veel biomassa-reststromen. Het gaat daarbij om zeer uiteenlopende stromen van plantaardige of dierlijke oorsprong. Veruit het grootste gedeelte van deze reststromen vindt al een toepassing als veevoeder. De andere stromen kennen diverse toepassingen, waaronder compostering, vergisting en verbranding. Voor de verwerking van reststromen van dierlijke oorsprong gelden strenge eisen ten aanzien van voedselveiligheid en het voorkomen van dierziekten.

In het algemeen is het ongewenst om de residuen die nu als veevoeder worden gebruikt in te zetten als biobrandstof. Daarbij komt dat deze stromen daar in het algemeen ook te duur voor zijn. Veel andere stromen hebben een hoog as of vochtgehalte, waardoor ze ook minder geschikt zijn voor energietoepassingen. Vis (2002) geeft een overzicht van een aantal potentieel kansrijke VGI-stromen die voor energieopwekking zouden kunnen worden ingezet. Belangrijke stromen zijn:

- Aardappelresiduen;
- Residuen uit de suiker-, dranken- en cacao-industrie (zoals bietenpulp, vinasse, bierbostel, cacaodoppen);
- Vetten en oliën.

De belangrijkste reststroom van plantaardige oorsprong is frituurvet, dat voornamelijk vrijkomt in de horeca. Mogelijk wordt een verbod op toepassing in diervoeder van kracht. Frituurvet kan -net als dierlijke vetten- op verschillende manieren worden ingezet: meestoken in een energiecentrale, decentrale inzet als brandstof voor warmte (bijv. ruimteverwarming), (co)vergisting, of verestering tot biodiesel (Vis, 2002). Voor de inzameling van frituurvet is een landelijke inzamelstructuur opgezet. Er zijn 7 inzamelpunten in Nederland welke frituurvet inzamelen bij horeca ondernemers die daarvoor een vergoeding ontvangen. De totale hoeveelheid die per jaar wordt ingezameld is 60.000 ton, waarvan de afzet en verwerking plaatsvindt in Nederland. Voor een overzicht van de inzamel- en verwerkingsroute van frituurvetten en oliën, zie Figuur 3 (MVO, 2009). Achtereenvolgens vindt plaats inzameling, reiniging en verwerking. Waarbij de reinigingsstap bestaat uit het zuiveren van water en voedingsresten. Per jaar wordt ongeveer 150.000 ton frituurvet verwerkt. Meer dan de helft is hiervan dus afkomstig uit het buitenland. Ongeveer 99% van het gebruikte vet in Nederland wordt

---

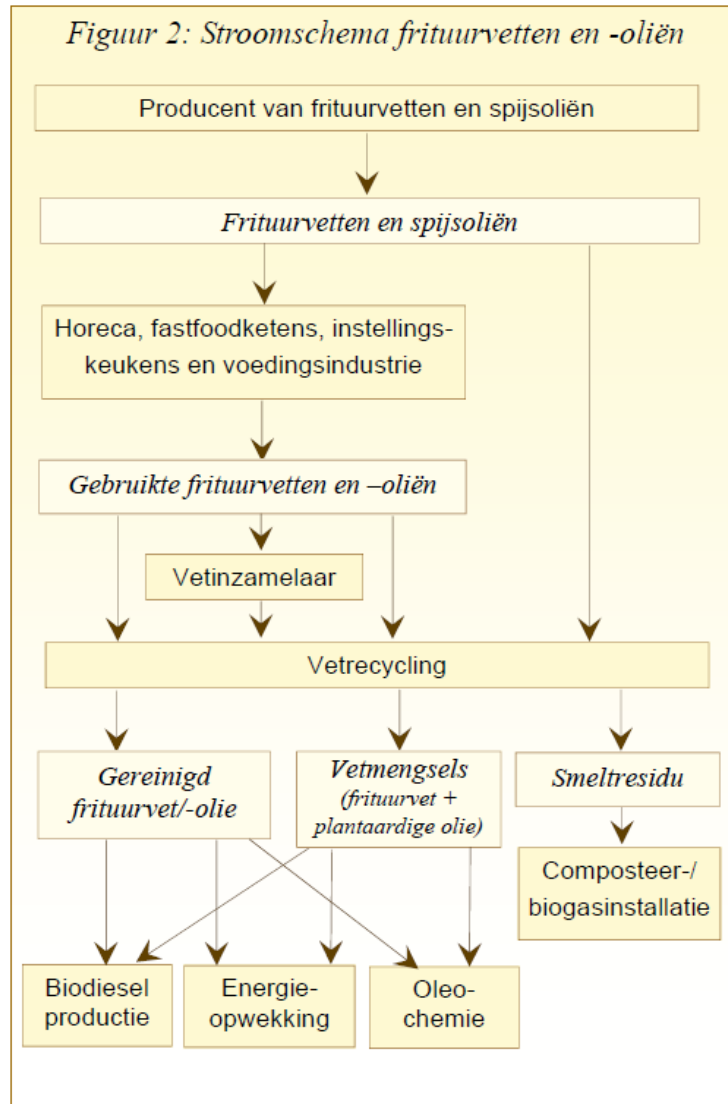
reeds ingezameld. Vanwege de grote vraag naar vetten en oliën voor verwerking tot de bio-energie is voor het ontplooiën van nieuwe initiatieven weinig ruimte.

Bij de VAR worden geen VGI stromen ingezameld en verwerkt (VAR, 2009). Een verklaring hiervoor is dat met name het digestaat afkomstig van het vergisten van dierlijke reststoffen in Nederland aan de BOOM (Besluit Overige Organische Meststoffen) wetgeving dient te voldoen, waardoor veel van dit materiaal naar het buitenland gaat. Daar kan namelijk uitstrooiing van het digestaat over land wel plaatsvinden.

Op dit moment is Waterschap Veluwe bezig met een initiatief voor een vergister voor o.a. slachtafval in Apeldoorn op het terrein van de VAR o.a. voor verwarming van de wijk Zuidbroek. Het gaat om 5.500 ton slib en bloed. Na ontwatering van het digestaat wordt het meegestookt in een kolencentrale in Duitsland. Er vindt biologische droging plaats. Het digestaat bevat veel fosfor en stikstof. Dit kan in deelstroomreiniging verwijderd worden. Vervolgens gaat het naar een biologische zuivering. Waterschap Veluwe verwerkt categorie 3 materiaal en hoopt binnenkort categorie 2 materiaal te gaan vergisten. Er wordt sterk gestimuleerd dit in grootschalig verband te doen. Ook is het zo dat de huidige markt al gespannen is en dat het daardoor moeilijk is om slib tegen een redelijke prijs te vergisten.

### ***Conclusie***

Typisch voor VGI stromen is dat de inzameling en verhandeling op een landelijk niveau plaatsvindt. Met name voor vetten en oliën is de landelijke verwerkingscapaciteit groter dan de totaal ingezamelde hoeveelheid in Nederland. Hier liggen dan ook geen kansen voor bio-energie initiatieven. Bij de VAR worden ook geen VGI stromen ingezameld en verwerkt.



**Figuur 3** Stroomschema frituurvetten en oliën inname en verwerking (MVO 2009)

## 2.6

### GFT

GFT kan op twee manieren verwerkt worden. Een groot gedeelte van het GFT-afval in Nederland wordt door middel van compostering verwerkt tot een bruikbaar product. Een andere methode is vergisting van het GFT-afval. Hierbij ontstaat biogas dat kan worden gebruikt voor warmte en elektriciteit. Omdat maar een deel van het GFT-afval wordt omgezet in biogas, wordt het resterende deel (het zogenaamde digestaat) nagecomposteerd.

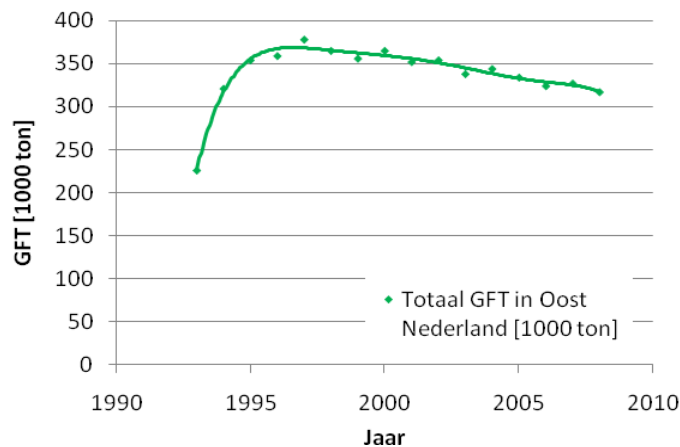
De totale hoeveelheid GFT die wordt ingezameld in de regio Stedendriehoek is 38.947 ton<sub>nj</sub>/jaar, zie Tabel 9, wat een energetisch potentieel heeft van 126.6 TJ bij verbranding. Het GFT wordt ingezameld door Berkel milieu en Circulus in alle gemeenten behalve de gemeente Voorst, waar de inzameling wordt verzorgd door Sita. Vervolgens wordt het naar de VAR gebracht waar het sinds dit jaar vergist wordt. De contractduur met betrekking tot de verwerking van GFT is 2 à 3 jaar en het contract wordt beheerd door Berkel milieu en Circulus.

**Tabel 9 GFT**

<b>gemeenten</b>	<b>GFT (inwoner) [ton<sub>nb</sub>/jaar]</b>	<b>GFT totaal [ton<sub>nb</sub>/jaar]</b>
Apeldoorn	72	11.287
Brummen	90	1.974
Deventer	85	8.500
Epe	171	5.168
Lochem	141	4.800
Voorst	177	4.197
Zutphen	67	3.021
<b>Totaal</b>		<b>38.947</b>

(CBS 2006; gemeente 2009)

Bij de VAR wordt per jaar 220.000 ton GFT verwerkt, waarvan 60.000 wordt vergist waarbij groene stroom wordt opgewekt. Momenteel staan de innameverplichtingen van GFT onder druk ten gevolge van een verminderde GFT inzamelhoeveelheid en tegelijkertijd een overcapaciteit bij de verwerkers. De daling in de hoeveelheid GFT komt onder andere door de afschaffing van inzameling van GFT in het buitengebied van sommige gemeenten. Tevens is het zo dat inzameling bij hoogbouw terugloopt, vanwege de lagere kwaliteit en opbrengst van GFT. De gemeente Brummen zamelt sinds dit jaar geen GFT meer in bij hoogbouw. In Figuur 4 (CBS, 2009) is de totale hoeveelheid ingezameld GFT in Oost-Nederland weergegeven als functie van tijd. Hieruit blijkt dat deze dalende trend is ingezet rond 1997. Dit belemmert de uitbreiding van de vergistingcapaciteit van GFT door de afvalverwerkers.



**Figuur 4** Totale hoeveelheid ingezameld GFT in Oost-Nederland.

### **Conclusie**

In de regio Stedendriehoek komt jaarlijks 38.947 ton<sub>nb</sub> GFT vrij wat een energetisch potentieel heeft van 127 TJ/jaar bij verbranding, en 103 TJ/jaar bij vergisting. De VAR krijgt jaarlijks 220.000 ton GFT binnen waarvan 60.000 ton vergist wordt. Initiatieven met betrekking tot uitbreiding van de vergisting capaciteit worden belemmerd doordat de vraag naar GFT stijgt en met het huidige inzamelbeleid de beschikbare hoeveelheid afneemt.

De hoeveelheid vrijkomende mest in de regio Stedendriehoek is uiteengezet in de navolgende tabel. Er is hierbij onderscheid gemaakt tussen dunne mest en vaste mest afkomstig van varkens, rundvee en pluimvee. Rundvee omvat de runderen die worden gehouden voor de melkproductie, voor de instandhouding van de melkveestapel, of voor de vleesproductie. Het CBS hanteert de volgende definitie voor dunne mest: “alle rundveemest (uitgezonderd de mestproductie in de stal van vleeskoeien), de weidemest van schapen, paarden en pony's, alle varkensmest en de mest van leghennen in een stalsysteem met dunne mest”. De CBS definitie van vaste mest is: “de stalmest van vleeskoeien, schapen, geiten, paarden en pony's, de pluimveemest in stalsystemen met vaste mest en de mest van konijnen en pelsdieren”. Vaste mest bestaat niet alleen uit mest, maar ook uit bedmateriaal (zoals bv. stro).

Voor dunne mest en vaste mest worden vaak verschillende omzettingstechnologieën gebruikt, respectievelijk vergisting en verbranding. Dunne mest is vanwege het hoge vochtgehalte geschikt voor vergisting en vaste mest voor verbranding. Een overzicht van mesteigenschappen is gegeven in Tabel 11.

**Tabel 10** Mesthoeveelheden

Gemeenten	Dunne mest varkens en rundvee [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Vaste mest rundvee [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Vaste mest kippen [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Dunne mest kippen [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Apeldoorn	342.889	6.209	5.092	102
Brummen	191.822	3.724	4	0
Deventer	413.630	5.684	6.671	194
Epe	221.710	7.343	8.833	458
Lochem	668.947	8.918	10.549	312
Voorst	443.624	8.547	3.137	15
Zutphen	65.000	924	1.705	66
<b>Totaal</b>	<b>2.347.622</b>	<b>41.349</b>	<b>35.991</b>	<b>1.147</b>

(CBS 2007)

De totale hoeveelheid geproduceerde dunne mest van varkens en koeien (theoretisch potentieel) in de regio Stedendriehoek is dus ca. 2.350.000 ton<sub>nb</sub>/jaar. Alleen stalmest is beschikbaar als biomassa en bepaalt het praktisch potentieel. Uit regio totalen (CBS 2007) is bekend dat dit aandeel ongeveer 78% van de totale hoeveelheid geproduceerde mest is. Dit komt overeen met een praktisch potentieel van 1.826.123 ton<sub>nb</sub>/jaar en is gelijk aan een energieopbrengst van 776 TJ per jaar bij vergisting. De relatie met het landbouwareaal is niet direct van belang voor de bepaling van het praktisch potentieel. Alle mest die vrijkomt kan vergist worden, en kan terug op het land gebracht worden. Al deze mest kan dus als potentieel meegenomen worden.

Dunne mest van kippen is in geringe mate aanwezig in de regio Stedendriehoek en is tevens geschikt voor vergisting. De hoeveelheid vaste mest van kippen die geproduceerd wordt in de regio Stedendriehoek is 35.991 ton<sub>nb</sub>/jaar en heeft een energetisch potentieel van 323,9 TJ bij verbranding. Verbranding van kippenmest wordt door sommigen als controversieel gezien i.v.m. associatie met de bio-industrie. Het initiatief wat leeft in de regio Stedendriehoek met betrekking tot verbranding van kippenmest wordt besproken in Hoofdstuk 3.

**Tabel 11 Eigenschappen van mest**

Type	Vocht	As	Stookwaarde (GJ/t)
Mest (varkens)	93%	1-2%	0.45*
Mest (koeien)	90%	3-4%	0.40*
Mest (kippen)	30 - 40%	5-10%	8-10

\* bij vergisting

Door het gebruik van co-substraten kan de energie opbrengst van mest vergisting aanzienlijk worden verhoogd. Bij een initiatief met betrekking tot co-vergisting dient rekening te worden gehouden met de beschikbaarheid en eventuele prijs van co-substraten. Voorbeelden van co-substraten zijn maïs en gras of afval uit de voedingsmiddelen industrie. Hierbij is het van belang dat deze op de “positieve lijst” staan. Dit heeft namelijk als consequentie dat het digestaat als meststof kan worden beschouwd en op het land kan worden afgezet. Om concurrentie met de voedselketen tegen te gaan, is het van belang om reststromen als co-substraat te gebruiken. Een prijsindicatie voor maïs is €35 - €45 per ton (positieve waarde).

### Conclusie

Er wordt een aanzienlijke hoeveelheid stalmest afkomstig van rundvee en varkens geproduceerd in de regio Stedendriehoek wat resulteert in een praktisch potentieel van 1.826.000 ton<sub>nb</sub>/jaar dat bij vergisting 776 TJ per jaar oplevert. Dit biedt potentieel voor co-vergisting. Het theoretisch potentieel aan pluimveemest is 36.000 ton/jaar. Het praktisch potentieel wordt geschat op 50% hiervan (o.a. omdat een deel verwerkt kan worden in de kippenmestverbrandingsinstallatie in Moerdijk). Het energetisch potentieel hiervan is (bij een stookwaarde van 9 GJ/ton) 144 TJ per jaar.

## 2.8

### Prijsinformatie

In tabel 12 staat prijsinformatie van biomassastromen, welke genoemd zijn in de eerdere paragrafen. Deze prijsinformatie is uiteraard een momentopname, omdat prijzen tot stand komen op een markt van vraag en aanbod, welke onderhevig kunnen zijn aan fluctuaties. Daarnaast is kan de samenstelling van de biomassastromen een grote invloed hebben op de prijs. De prijzen genoemd in de tabel moeten dus meer gezien worden als richtbedragen voor biomassa stromen met een gemiddelde samenstelling.

**Tabel 12** Prijsinformatie van biomassastromen

Type biomassastroom	Prijsniveau [€/ton]	Contracteerbaarheid
Dunne mest varkens en rundvee	- 23	Beschikbaar
Vaste mest pluimvee	- 23 tot - 26	
GFT-afval	- 50 tot - 70	Beschikbaar 2012-2013
Co-producten	0 – 50	Beschikbaar
Berm- en slootmaaisel	- 30 tot 45	Beschikbaar
Knip- en snoeihout van gemeenten (Chips)	25 - 30	Kortlopende contracten
Tuinafval van particulieren (Chips)	25 - 30	Contractduur ca. 3 jaar
Overloopstromen compostering	-	-
Hout van landschapsbeheerders (Chips)	30 – 45	Kortlopende contracten

---

Residuen houtverwerkende industrie	40	kortlopende contracten
A - en B - hout	25-40	Kortlopende contracten

Een minteken geeft aan dat die bewuste biomassaastroom een negatieve waarde heeft, en dat er dus geld betaald moet worden om deze te laten verwerken (gate-fee).



### 3

## BIOMASSA INITIATIEVEN

### 3.1 Bestaande projecten en initiatieven

In dit hoofdstuk zijn de geïnventariseerde initiatieven van de regio Stedendriehoek in kaart gebracht. De regio Stedendriehoek is ambitieus op het gebied van klimaatdoelstellingen. De gemeenten Apeldoorn en Zutphen hebben als doelstelling om in het jaar 2020 energieneutraal te zijn. Dit uit zich in de oprichting van energiebedrijven op gemeentelijk niveau, maar ook in de implementatie van alternatieve energiebronnen bij de aanleg van bedrijventerreinen als de Mars in Zutphen of de Ecofactorij in Apeldoorn. Deventer heeft een Visie Duurzaam Deventer vastgesteld, welke de opmaat is voor het nieuwe Milieubeleidsprogramma 2010 – 2015. Deventer heeft de ambitie om in 2030 klimaatneutraal te worden.

Vanuit Berkel Milieu/Circulus is als doel gesteld dat de hoeveelheid restafval in 2030 van 155 kg per inwoner naar 10 kg per inwoner op jaarbasis wordt teruggedrongen. Er loopt een initiatief om hout afkomstig van GNL in Apeldoorn te gebruiken om houtkachels te stoken in woonwijken (Circulus Berkel Milieu, 2009).

Ook is gebleken uit veldonderzoek dat biomassa eigenaren initiatieven ontplooiën op het gebied van bio-energie. Een aantal van hen heeft reeds haalbaarheidsstudies uitgevoerd/laten uitvoeren. Hierbij was schaalgrootte soms een knelpunt. Andere initiatieven als kleinschalige verbrandingsinstallaties op bedrijfsniveau zijn reeds succesvol geïmplementeerd.

In Tabel 13 tot Tabel 18 zijn de initiatieven en bestaande installaties per gemeente weergegeven. Deze informatie is verzameld met behulp van de deelnemende gemeenten uit de Stedendriehoek.

**Tabel 13** Initiatieven en installaties Apeldoorn

Type	Locatie	Grootte	Initiatiefnemer	Status
Warmtenet voor biogas uit slib	Zuidbroek	2500 woningen	Waterschap Veluwe, Essent en gemeente Apeldoorn	Te realiseren
Energiecentrale op basis van verbranding biomassa	Ecofactorij Apeldoorn	300.000 ton pluimveemest en circa 80.000 ton overige biomassa. Thermisch vermogen circa 130 MW. De installatie levert ca 12 MWth en circa 33 Mwe.	Fibroned BV	Vergunning aangevraagd
Stimuleren biomassa natuur	Veluwe	n.v.t.	Creative biomass foundation	Studiefase
Mest(co-)vergistinginstallatie op boerderijschaal	Kleine Dijk 11	Capaciteit 33.000 ton/jr, waarvan 50% mest en 50% andere biomassastromen. 4,3 miljoen m3 biogas/jr equivalent aan 2,5 miljoen m3 groen aardgas.	Varkenshouderij A. Veldhuis, Kleine Dijk 11	Benodigde vergunningen voor vergister zijn verleend. Beoogde realisatie en inbedrijfstelling : 2010/2011

Centrale Mest(co-)vergistingsinstallatie	Ecofactorij	Capaciteit 150.000 – 200.000 ton/jr., waarvan ca 100.000 ton/jr. mest en 50.000 – 100.000 ton/jr. co-vergistingmateriaal. Productie bij 150.0000 ton/jr. circa 19,5 miljoen m3 biogas/jr.	LTO afdelingen Apeldoorn / Brummen / Heerde-Hattum en Voorst	Initiatief is in ontwikkeling. Beoogde realisatie 2012/2013.
Gas energievoorziening (opwerkingsinstallatie biogas) op basis van de vergistingsinitiatieven met (vergister Kleine Dijk en GFT-vergister VAR)	Ecofactorij	Capaciteit van 1000 m3/h groen gas voor injectie in het aardgasnet totale productie 6 miljoen m3 opgevaardeerd biogas).	Gemeente Apeldoorn i.s.m. Coöperatie parkmanagement Ecofactorij	Haalbaarheidsstudie is in uitvoering. Beoogde realisatie in 2011/2012
Preonso Natte Oxidatiereactor Ondergrondse reactor (1200 meter diep)	Ecofactorij	Verwerking van o.a. vloeibare organische reststromen, (digestaten) uit vergisters. Ook geschikt voor mest "kraken" voor vergisting. Combinatie vergistingsinstallatie mogelijk.	Providentia Environment Solutions BV	Projectconcept voor de Ecofactorij in ontwikkeling / in onderzoek. Op de Ecofactorij is een optie genomen op een perceel. Beoogde realisatie 2012.
Hoenderloo energieneutraal	Hoenderloo	Betreft gebruik van biomassa voor de duurzame energievoorziening van Hoenderloo.	Buurtraad Hoenderloo i.s.m. gem. Apeldoorn	
VHP Ugchelen	Apeldoorn	Verbranding van ca 1000 ton/jaar aan katoenafval		Gemeente Apeldoorn heeft om LCA gevraagd omdat de hoeveelheid fijnstof zou kunnen toenemen.
Solidpack BV Loenen	Apeldoorn	Vervanging van warmteproductie met gas door bioWKK (1 MWe)		Quickscan in '09 voorzien.
Tuincentrum Loenen	Apeldoorn	Warmtevoorziening op basis van biomassa ketel		Haalbaarheidsonderzoek

**Tabel 14** Initiatieven en installaties Brummen

Type	Lokatie	Grootte	Initiatiefnemer	Status
Papierslibvergister. Leveren van groen gas aan papierindustrie	Brummen	onbekend	Bedrijf papierbranche	Quick scan naar verwachting in Oktober

**Tabel 15** Initiatieven en installaties Deventer

Type	Lokatie	Grootte	Initiatiefnemer	Status
Warmtenet	Wijk Steenbrugge	1200 woningen	Biogas installatie Heeten, Essent	Oriënterende fase
Nog onbepaald. Inventarisatie mogelijkheden tot energie besparing	Deventer	1,2 miljoen m3 aardgas	Zwembad de Scheg, Stichting IJssellandschap	Oriënterende fase
Nieuwbouwwijk	Deventer, Spijkvoorder	370 – 400 woningen		Eerste duurzaamheidsscan

	enk			uitgevoerd.
Onbekend	Centrum Bathmen			Duurzaamheidsmaatregelen worden uitgewerkt
Divers	Divers	Divers	Gemeente Deventer	Oprichting duurzaam dienstenbedrijf om duurzaamheidsmaatregelen te faciliteren
Biobrandstoffen	Deventer, Siemelinksweg		Texaco tankstation	Verkoop diverse biobrandstoffen
Houtgestookte cv	Lettele			Gebruik van biomassa voor stalverwarming

Er worden diverse initiatieven genomen lopen om Stichting IJssellandschap te betrekken bij warmte voorziening in de regio. Er vindt overleg plaats tussen Stichting IJssellandschap en De Scheg en er wordt onderzocht hoe Stichting IJssellandschap kan bijdragen aan het leveren van warmte aan de wijk Steenbrugge. In het verleden heeft de stichting een haalbaarheidsstudie laten uitvoeren naar ruimteverwarming van eigen gebouwen op tak- en tophout. Dit bleek niet rendabel, er wordt nog steeds gezocht naar interessante alternatieven (Stichting IJssellandschap 2009).

**Tabel 16** Initiatieven en installaties Lochem

Type	Locatie	Grootte	Initiatiefnemer	Status
Biogas tankstation	Lochem	Nog onbepaald. Leverancier biogas is ook onbepaald	Orange-gas	Oriënterende fase. Vergunning aangevraagd
Bioethanol tankstation	Lochem	20.000 liter	Tamoil	Oriënterende fase. Vergunning aangevraagd
Vergisting i.c.m. algenkweek	Lochem, Armhoede	Nog onbepaald		Oriënterende fase.

Een interessante ontwikkeling is de ambitie van tankstations om aardgas of biodiesel te gaan verkopen. Aardgas kan verkregen worden uit opgewerkt biogas. De beweegredenen om aardgas te gaan verkopen zijn het inspelen op de markt en voorop lopen in duurzame ontwikkeling en de verwachting dat in de toekomst een verschuiving naar alternatieve brandstoffen plaatsvindt (OrangeGas 2009).

Tevens is een vergunning aangevraagd voor een bio-ethanol tankstation door Tamoil. Ongeveer 85% van de bio-ethanol in Nederland vindt zijn oorsprong in suikerriet afkomstig uit Brazilië. Tamoil is de grootste leverancier met 20 tankstations met bio-ethanol. Redenen om bio-ethanol te gaan vermarkten zijn het willen voeren van een duurzame bedrijfsvoering waar een CO<sub>2</sub> reductie van 50% doelstelling is. Bioethanol is tevens te gebruiken om benzine bij te mengen wat verplicht is door de Nederlandse overheid om de EU doelstellingen in 2020 te halen (Tamoil 2009).

**Tabel 17** Initiatieven en installaties Voorst

Type	Locatie	Grootte	Initiatiefnemer	Fase
GFT vergister	Wilp	30.000 ton	VAR	Bestaande installatie
Verbrandingsinstallatie B-hout	Wilp	100.000 ton	VAR	On hold

Stortgas onttrekking	Wilp	1500MWh/jaar	VAR	Bestaande installatie
GFT vergister VAR. Mogelijk wordt het biogas getransporteerd naar de Ecofactorij (circa 3 km) voor eventuele opwerking naar aardgaskwaliteit.	Wilp	Capaciteit 60.000 ton GFT/jr. De vergister produceert 6 miljoen m3 biogas/jr (na opwerking equivalent aan circa 3,5 miljoen m3 aardgas).	VAR	Beogde realisatie en inbedrijfstelling 2010/2011
Natte slib vergister (nattere niet BOOM-waardige organische reststromen)	Wilp/Wellicht Ecofactorij	Capaciteit 50.000 ton/jr . 5 miljoen m3 biogas (na opwerking equivalent aan 2,9 miljoen m3 aardgas). De toepassing van het biogas is nog niet duidelijk. Mogelijk wordt biogas op de Ecofactorij opgewerkt naar aardgaskwaliteit.	VAR	Beogde realisatie 2012/2013
Houtkachel	Voorst	0,5 MW	Tuinderij	Concept plan ingediend
Houtgestookte cv	Voorst	1,4 MW	Krepel deuren	Bestaande installatie
Pelletkachel	Voorst	0,5 MW	Varkenshouder	Vergunning verleend
Studie naar energie mogelijkheden te realiseren kassencomplex	Voorst	Schatting 100 ha, waarvan 50 ha glas.	Prov. Gelderland. Uitvoerder LTO noord	Opstart fase
Vergistingsinstallatie	Terwolde		Loonwerker	On hold

**Tabel 18** Initiatieven en installaties Zutphen

Type	Lokatie	Grootte	Initiatiefnemer	Status
Houtverbrandingsinstallaties	Regio Achterhoek	3000 ton chips/jaar	Het Onderholt	Bestaande installatie
Biogas installatie	Zutphen woonwijk Noorderhaven	onbekend	GMB slibverwerking	Te realiseren
Bio-WKK	Leesten	360 ton hout chips/jaar	Oldenhave palletfabriek	Bestaande installatie
Biomassa centrale en warmtenet	De Mars	onbepaald	gemeente Zutphen, provincie Gelderland	Te realiseren

#### Mestinitiatieven

**Tabel 19** Initiatieven met betrekking tot (co-) vergisting in en rond de regio Stedendriehoek

Type	Lokatie	Grootte	Initiatiefnemer	Status
Mestvergister	Achterhoek, omgeving Aalten	140.000 ton	Aalten biogas vereniging Achterhoek	Locatie nog niet bepaald
Mestvergister	Beltrum	1 keer 36.000 ton. 2 nog te realiseren vergisters	Groot Zevert	

## 3.2

### Conclusies

Naast een aantal bestaande bio-energie installaties in de regio Stedendriehoek zijn er een groot aantal initiatieven in verschillende stadia van ontwikkeling.

*Bestaande bio-energie installaties* zijn te vinden o.a. bij de VAR, waar een GFT-vergistingsinstallatie en een stortgas onttrekkingssysteem operationeel zijn. De VAR is

---

een grote inzamelaar van diverse biomassastromen, en vanuit die optiek actief is met het be- en opwerken van haar ingenomen biomassa.

Een andere grote installatie is de co-vergistingsinstallatie van Biogreen UA. Deze installatie produceert elektriciteit uit 70.000 ton mest en co-substraten. Opvallend aan deze installaties is dat zij hun digestaat scheiden en opwerken.

Naast deze grote installaties zijn er diverse, kleinere biomassa verbrandingsystemen geïmplementeerd in de regio. Dit zijn biomassa verbranders welke op kleine schaal warmte uit biomassa produceren. Elektriciteit wordt niet geproduceerd.

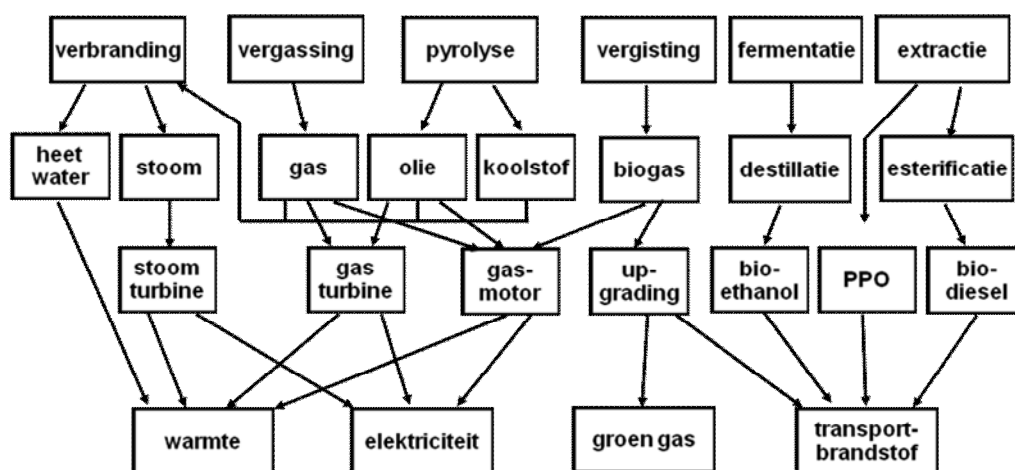
*Initiatieven op het gebied van bio-energie* zijn er volop in de regio Stedendriehoek. Met name op de Ecofactorij zijn veel initiatieven gepland. Dit is een bedrijventerrein gelegen op de kruising van de A50 en de A1. Dit bedrijventerrein is bedoeld voor grootschalige bedrijven in de productie en logistieke sector. Bio-energie neemt een belangrijke plaats in op het bedrijventerrein, hetgeen uit het grote aantal initiatieven blijkt. Een tweede locatie waar veel initiatieven gepland zijn is Voorst, met name vanwege de aanwezigheid van de VAR.

Het zwaartepunt van de initiatieven in de regio Stedendriehoek ligt op co-vergisting. De meerderheid van de initiatieven richt zich op de een of andere wijze op vergisting en gebruik van biogas. Verbrandingsinitiatieven zijn ofwel grootschalig (verbranding van pluimveemest en overige biomassa (380.000 ton/jaar) van Fibrowatt, B-hout verbranding (100.000 ton/jaar) in Voorst), ofwel kleinschalig. Voorbeelden van kleinschalige initiatieven zijn die van de agrarische natuurvereniging het Onderholt. Initiatieven betreffende 'middelgrote' bio-WKK installaties van bv. 1 of 2 MW<sub>e</sub> in de Stedendriehoek zijn niet bekend.



#### 4.1 Beschikbare en toekomstige technieken

In figuur 5 is een overzicht gegeven van de meest belangrijke conversie technologieën voor biomassa. Bovenaan staan de technologieën vermeld (verbranding, vergassing etc.), onderaan staan de eindproducten (elektriciteit, warmte, groen gas en transportbrandstoffen). In het midden staan tussenproducten of energievormen.



Figuur 5 Overzicht technieken voor omzetting van biomassa naar energie

De in figuur 5 genoemde technologieën zullen hieronder kort besproken worden. Voor een uitgebreidere bespreking van de technologieën wordt verwezen naar algemene bronnen, zoals het rapport “energie uit biomassa”, BTG (2005).

Niet in deze figuur staan technologieën die biomassa omzetten tot tussenproducten, zoals pelleren, briketteren en torrefactie. Deze technologieën worden echter wel besproken en beoordeeld.

##### **Verbranding**

Directe verbranding van biomassa is een van de oudste en meest gebruikte methoden om energie uit biomassa te genereren. Verbranding betreft de reactie van biomassa met zuurstof uit de lucht. Het directe product hiervan is hete lucht, welke gebruikt kan worden als warmte, of voor de productie van warm water of stoom. Deze stoom kan vervolgens in elektriciteit omgezet worden. Verbranding kan plaatsvinden op elke schaal; van heel klein (kachels voor ruimteverwarming) tot heel groot (elektriciteitscentrales). Biomassa verbranding is een bewezen technologie. Meestal wordt hout verbrand, maar ook andere biomassa typen, zoals rijstkaf, bagasse, etc. kunnen zonder problemen verwerkt worden. Een voorbeeld van een biomassa verbrandingsinstallaties in Nederland is de 25 MW<sub>e</sub> centrale van Essent in Cuijk (brandstof: houtchips).

---

### ***Vergassing***

Vergassing is het verhitten van biomassa met een ondermaat aan zuurstof. Het product is hier een brandbaar gas, dat in elektriciteit en warmte omgezet kan worden met behulp van een gasmotor, of via directe verbranding. Vergassing is technisch mogelijk op elke schaal. In de praktijk worden vergassers in Europa vooral op middelgrote (vanaf ca. 1 MW<sub>e</sub>) tot grote schaal toegepast. Grootschalige vergassing vindt in Nederland plaats in de Willem-Alexander Centrale van Nuon in Buggenum (500 MW<sub>e</sub>). Een vergasser op middelgrote schaal (2 MW<sub>th</sub>) is in 2006 gerealiseerd door HoST in Friesland. Vergassing heeft als potentieel voordeel ten opzichte van verbranding een hoger rendement, en lagere emissies. De technologie is echter op middelgrote schaal nog niet zo ver ontwikkeld als verbranding. Diverse demo-installaties in Duitsland en in Nederland geven echter wel aan dat deze technologie op het punt van doorbreken staat.

### ***Pyrolyse***

Pyrolyse is het verhitten van biomassa zonder zuurstof. Van belang voor de productverdeling is of deze verhitting snel of langzaam plaatsvindt.

Snelle verhitting zonder zuurstof wordt **snelle pyrolyse** genoemd, met als hoofdproduct een olie; pyrolyse olie. Deze olie kan verder verwerkt worden via bijvoorbeeld directe verbranding. Snelle pyrolyse is toepasbaar voor elke soort organische biomassa, vanaf een schaal van ca 10.000 ton per jaar. Er zijn diverse leveranciers van deze technologie, waaronder BTG. BTG heeft in 2005 een 2 ton/uur pyrolyse fabriek opgeleverd in Maleisië (grondstof: afval van de palmolie industrie). Alhoewel de technologie bewezen is, is deze nog niet zo ver ontwikkeld als bijvoorbeeld verbranding.

BTG implementeert momenteel een 5 ton/uur fabriek voor de pyrolyse van A- en B-hout in Hengelo, Overijssel. Als deze fabriek goed zal functioneren opent dit de deur voor meer pyrolyse fabrieken in Nederland en daarbuiten. De toepassing hiervan is in Nederland vooral gericht op het upgraden van laagwaardige biomassatromen, omdat hoogwaardige biomassatromen ook zonder pyrolyse goed benut kunnen worden.

Langzame verhitting van biomassa zonder zuurstof wordt **carbonisatie** genoemd. Hier ligt de nadruk op de productie van kool. Deze technologie is bewezen en wordt volop toegepast voor de productie van houtskool. Productie van houtskool vindt plaats op schaalgrootten vanaf ca 500 ton tot 25.000 ton per jaar. Carbonisatie van ander biomassa typen dan hout vind slechts zeer beperkt plaats. Hoofdrede hiervoor is dat er geen behoefte is aan biomassa van andere grondstoffen dan hout. Een uitzondering is bijvoorbeeld de carbonisatie van kokosnoten, wat als grondstof in de actief-kool industrie wordt gebruikt. Een voorbeeld van een Nederlandse carbonisatie fabriek is Carbo in Almelo, met een productie van ca. 12.000 ton per jaar.

### ***Vergisting***

Anaerobe vergisting is een biologisch proces waarbij uit (veelal natte) biomassa langs biologische weg gas wordt gewonnen, het zogenaamde biogas. Grondstoffen zijn bijvoorbeeld rundermest en varkensmest, aangevuld met reststoffen uit de voedings- en genotmiddelen industrie. Ook RWZI slib, en afvalwater stromen kan via anaerobe vergisting gezuiverd worden. Biogas is brandbaar en kan met een gasmotor omgezet

---

worden in elektriciteit en warmte. Relatief nieuw is de toepassing waarbij biogas wordt gezuiverd en opgewerkt wordt tot aardgaskwaliteit. Dit “groen gas” kan gebruikt worden voor energieopwekking via injectie in het bestaande aardgasnet, maar ook als transportbrandstof. Een iets andere uitwerking van het principe van anaerobe vergisting is het afvangen van biogas op stortplaatsen met een stortgas onttrekkingsinstallatie.

Anaerobe vergisting is een bewezen technologie. De technologie kan toegepast worden op zeer kleine schaal, zoals bijvoorbeeld in ontwikkelingslanden waar kleine vergisters gebruikt worden om biogas als huishoudbrandstof te genereren. De maximale schaal waar anaerobe vergisting nog op toegepast wordt is ca. 10 MW<sub>e</sub>, waarbij de schaalgrootte gelimiteerd wordt door de beschikbaarheid van voldoende grondstoffen.

In Nederland zijn er momenteel ongeveer 80-90 co-vergistinginstallaties actief. Deze vergisters hebben een vermogen van 200 kW<sub>e</sub> tot 2 MW<sub>e</sub> en gebruiken als grondstof mest en ander co-substraten. Daarnaast zijn alle stortplaatsen in Nederland (ca 50) uitgerust met een stortgasonttrekkingssysteem en zijn er ca. 70 RWZI vergisters actief.

#### **Fermentatie en extractie**

**Fermentatie** is de omzetting van suikerhoudende grondstoffen in alcohol met als doel productie van bio-ethanol. Energetisch gezien is deze technologie niet zeer efficiënt; het grote voordeel is echter dat bio-ethanol een eenvoudig te gebruiken transportbrandstof is. Om fermentatie van bepaalde biomassastromen (bijvoorbeeld houtige biomassastromen of bepaalde soorten afval) eenvoudiger te maken is ‘ontsluiting’ van de moleculen voor de enzymen van het fermentatieproces. Dit kan chemisch, maar ook fysisch (mbv. Hoge druk/temperatuur). Een voorbeeld van deze laatste methode is de Natte Oxidatiereactor in Apeldoorn. **Extractie** betreft het persen van oliehoudende grondstoffen. Deze olie (pure plantaardige olie, PPO) kan direct gebruikt worden als transportbrandstof, of na een additionele verwerkingsstap als biodiesel. Zowel biodiesel als bio-ethanol productie is bewezen en wordt grootschalig toegepast. In Nederland worden deze technieken, met name vanwege de financiële haalbaarheid, slechts zelden toegepast.

#### **Pelleteren**

Pelleteren is een voorbewerkingstechnologie voor biomassa, met als product uniforme korrels (pellets) die als grondstof in eerder genoemde conversietechnologieën (met name directe verbranding) gebruikt kunnen worden. T.a.v. energietoepassingen worden vooral houtpellets gebruikt; echter in de veevoederbranch worden ook allerlei grondstoffen gebruikt, waaronder bijvoorbeeld gras. De technologie is economisch toepasbaar vanaf een schaal van 8.000 ton tot ca. 100.000 ton per jaar. Pelletering van hout wordt veel toegepast in Europa, waarin totaal nu ca 400 pelletfabrieken operationeel zijn. Deze pellets worden gebruikt in kleinschalige pelletbranders voor ruimteverwarming (in bijvoorbeeld Duitsland, Oostenrijk, Denemarken, Italië). In met name Nederland worden pellets veel bijgestookt in elektriciteitscentrales. Kleinschaliger toepassingen worden echter hier ook langzamerhand populair.

#### **Briketteren**

Briketteren is een voorbewerkingstechnologie waarbij door mechanische druk briketten gemaakt worden. Deze briketten kunnen worden gebruikt in diverse

---

verbrandingsinstallaties. De grootste toepassing is echter als luxe brandstof in bijv. open haarden. Dit vanwege de hogere specifieke kosten van briketteren, bijvoorbeeld in vergelijking tot pelletteren. De technologie is toepasbaar op praktisch alle biomassa typen, maar de nadruk ligt op hout.

### **Torrefactie**

Torrefactie is een proces waarbij biomassa licht ingekoold wordt. Bij verhitting van de biomassa onder uitsluiting van zuurstof tot een temperatuur van 200°C tot 400°C, verandert deze van structuur, en wordt 'bros'. Dit proces is vergelijkbaar met het roosteren van koffiebonen. Dit leidt tot een product dat beter te vermalen is en zo geschikter is voor bijstook in een kolencentrale. Daarnaast wordt de getorreficeerde biomassa enigszins hydrofoob, zodat opslag eenvoudiger wordt. 90% van de energie blijft behouden in het product. De overgebleven energie ontwijkt in de vorm van een brandbaar gas, wat gebruikt kan worden om warmte te leveren aan het torrefactie proces. Torrefactie staat in Nederland sinds enkele jaren in de belangstelling als voorbewerkingstechniek. De eerste grootschalige systemen moeten echter nog geïmplementeerd worden.

### **Conclusies**

Uit het bovenstaande blijkt dat met name verbranding en vergisting geschikte technologieën zijn om op dit moment te implementeren in de regio Stedendriehoek. Andere technologieën zoals pyrolyse, vergassing en torrefactie zijn zeker veelbelovend, maar het is niet te verwachten dat op korte termijn veel van dergelijke installaties geïmplementeerd (kunnen) worden.

Nu is het nog niet aan te geven welke van deze technologieën zal gaan doorbreken. Factoren die hier een rol spelen zijn financiële aspecten, beleid en marktomstandigheden en kwaliteit/expertise van de initiatiefnemers. Al deze aspecten zijn moeilijk te voorspellen. Een opmerking die hierbij past is dat het succes van één technologie niet ten koste hoeft te gaan van een andere technologie. Vergassing, pyrolyse en torrefactie hebben elk hun eigen toepassingsgebied, wat slechts in een beperkt aantal gevallen overlapt.

## **4.2 Randvoorwaarden en belemmeringen**

Behalve de beschikbaarheid en prijs van de biomassa – waarover eerder in dit rapport uitgebreid gerapporteerd is – zijn er nog diverse andere aspecten welke implementatie van bio-energie projecten beïnvloeden. De meest belangrijke worden hier genoemd.

### *SDE vergoeding.*

Bio-energieprojecten kunnen onder voorwaarden van de overheid een subsidie per geproduceerde eenheid elektriciteit. Deze subsidie wordt verstrekt in het kader van de regeling Stimulering Duurzame Elektriciteit (de SDE regeling). De SDE subsidie geeft initiatiefnemers langjarige (10 – 15 jaar) zekerheid aangaande hun opbrengsten. Deze subsidie is, voor biomassa projecten die elektriciteit opwekken, onontbeerlijk voor de financiële haalbaarheid. Ter indicatie: Een bio-WKK project waarbij biomassa verbrand wordt voor de productie van warmte en elektriciteit, ontvangt gedurende 12 jaar een

---

totaalbedrag van 15,2 - 17,7 Euroct./kWh. Dit is duidelijk meer dan de marktprijs voor elektriciteit, welke nu ca. 6 - 7 Euroct./kWh bedraagt.

Deze regeling heeft dus een duidelijk positief effect op de haalbaarheid van bio-energie projecten. Er zijn echter ook diverse belemmerende effecten te noemen:

- Aanvragen van de SDE subsidie is slechts mogelijk als alle (milieu- en bouw)vergunningen verkregen zijn. Hierdoor heeft een initiatiefnemer pas ver in het traject zekerheid aangaande de financiële haalbaarheid van zijn project.
- Toen de SDE regeling voor 2009 opengesteld werd in april dit jaar, was het aantal aanvragen op het gebied van bio-energie veel hoger dan het beschikbare budget. Deze praktijk versterkt de onzekerheid van initiatiefnemers met betrekking tot de financiële haalbaarheid van hun initiatief. Inmiddels heeft de overheid aangegeven dat er wellicht een deel van het ongebruikte budget voor windenergie aan bio-energie kan toevallen. Dit zal echter niet genoeg zijn om alle aanvragen te honoreren. Dit betekent dus dat aanvragers pas laat zekerheid over de financiering kunnen verkrijgen.

#### *Ruimtelijke ordening*

Met name met betrekking tot vergisting is de inpassing van deze installaties problematisch. Co-vergistingsinstallaties zijn de laatste jaren steeds groter geworden, met een bijbehorend ruimtebeslag. Initiatiefnemers (veelal agrariërs of samenwerkingsverbanden van agrariërs) hebben over het algemeen een voorkeur om deze vergistingsinstallaties dichtbij hun eigen bedrijven, in het buitengebied neer te zetten. De overheid heeft echter aangegeven (Raad van State, 2007) dat co-vergistingsinstallaties, met name als deze een bepaalde grootte overstijgen, en veel inputs van buiten het bedrijf accepteren, geen bedrijfseigen agrarische activiteit meer zijn. Plaatsing op een industrieterrein of bij een glastuinbouwconcentratiegebied heeft dan de voorkeur. Een bijkomend probleem is dat over deze problematiek verschillend gedacht wordt door verschillende gemeenten.

#### *Emissies*

Eind 2008 heeft de regering een ontwerpbesluit gepubliceerd om de emissienormen voor middelgrote stookinstallaties (zoals bio-WKK installaties en grote co-vergistingsinstallaties) aan te scherpen. Achtergrond hierbij was dat de BEES-B normen reeds een aantal jaren niet waren aangescherpt, en niet meer conform de stand van de techniek zijn.

Naar aanleiding van reacties van diverse partijen heeft de overheid deze zomer laten weten dat de eisen in het ontwerpbesluit afgezwakt zullen worden. Voor WKK op biogas wordt bijvoorbeeld de eis t.a.v. emissie van NO<sub>x</sub> 100 g/GJ. Dit is echter nog beduidend strikter dan de huidige eis van 140 g/GJ. Voor bio-WKK installaties zullen de eisen voor vermogens kleiner dan 5 MW<sub>th</sub> aangepast worden, waarbij deze wel strenger zullen worden dan ze nu zijn. Deze maatregelen zullen op termijn leiden tot hogere kapitaalkosten voor bio-WKK (op groenhou) en co-vergistingsinstallaties. Daarnaast is het nieuwe ontwerpbesluit nog niet gepubliceerd, wat tot onzekerheid bij initiatiefnemers kan leiden.

---

### *Financiering*

Financiering van bio-energie projecten is een belangrijke randvoorwaarde. Bio-energieprojecten kenmerken zich door hoge kapitaalkosten, welke terugverdiend worden door (in vergelijking met fossiele oplossingen) lagere kosten voor brandstof. Er is dus veel financiering nodig.

Financiers prefereren zekerheid met betrekking tot dergelijke investeringsprojecten. Dit betreft o.a. de afzet van producten en de aankoop van grondstoffen. T.a.v. de afzet van bv. elektriciteit geeft de SDE zoals aangegeven langjarige zekerheid. Aankoop van biomassa is echter problematischer. Lange termijn contracten zijn vaak moeilijk te verkrijgen of resulteren in een (te) hoge prijs voor de biomassa. Ook onbekendheid met de technologie kan meespelen. Financiering kan dus, zeker nu, een belangrijke hinderpaal zijn.

### *Overheidsbeleid*

Over het algemeen is het beleid van de overheid op alle niveaus gericht op stimulering van biomassa. Ook de algehele trend naar duurzaamheid en de behoefte om CO<sub>2</sub> emissies terug te dienen hebben een positieve uitwerking op de implementatie van biomassa projecten. De commissie Cramer heeft criteria opgesteld om zeker te stellen dat bio-energie projecten niet ten koste gaan van het milieu of de voedselvoorziening. Door deze ontwikkelingen is het gebruik van residuen meer in de belangstelling komen te staan.

## **4.3 Financiële haalbaarheid**

Uit de vorige paragraaf blijkt dat met name verbranding en vergisting technisch haalbare en bewezen opties zijn om bio-energie om te zetten in energie. In deze paragraaf wordt een indicatie gegeven van de financiële haalbaarheid van diverse biomassa-naar-energie combinaties.

Uitgaande van de twee bewezen technologieën (verbranding en vergisting), zijn de volgende scenario's denkbaar:

- Decentrale verbranding schone houtachtige groenstromen (2MW<sub>e</sub>)
  - Scenario 1: alleen elektriciteit
  - Scenario 2: elektriciteit en laagwaardige warmte
  - Scenario 3: elektriciteit en hoogwaardige warmte
- Kleinschalige verbranding van schoon hout voor warmteopwekking
- Decentrale verbranding B-hout (2 MW<sub>e</sub>)
- Co-vergisting van mest met co-substraten (36.000 ton/jaar), in combinatie met:
  - elektriciteit en warmteproductie met een WKK
  - upgrading naar groen gas en injectie in het aardgasnet

De financiële haalbaarheid waarvan hier een indicatie gegeven wordt, dient met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden. De volgende aspecten spelen hierbij namelijk mee:

- Berekeningen van de financiële haalbaarheid zijn een momentopname, waarbij bij de huidige energieprijzen, prijzen voor biomassa, subsidies, de financiële haalbaarheid wordt bepaald. Deze prijzen kunnen sterk fluctueren, waarbij dit tot gevolg kan hebben dat projecten ineens niet meer haalbaar zijn. Een voorbeeld hiervan is de stijging van de kosten voor schone, houtachtige groenstromen. Deze prijzen waren ca. 3 jaar geleden nog de helft van wat ze nu zijn.
- Investeringskosten van bio-energieprojecten zijn belangrijk voor de financiële haalbaarheid, en zijn daarnaast afhankelijk van lokale omstandigheden. Hierbij valt te denken aan kosten voor land, infrastructuur, technische uitvoeringsvormen, variatie in kosten voor onderdelen, etc.

De financiële haalbaarheid is uitgedrukt in de interne rentabiliteit (IR), de terugverdiendtijd en de netto contante waarde (NCW). De netto contante waarde geeft de huidige waarde van de netto cashflow van een project aan uitgaande van een discontovoet van 8%.

Voorafgaand aan de financiële berekeningen is eerst een overzicht gegeven van de huidige vergoedingen voor duurzame elektriciteit en groen gas op basis van de SDE-regeling.

#### 4.3.1 Status SDE-regeling per september 2009

Per 1 april 2008 is de stimuleringsregeling duurzame energieproductie (SDE-regeling) van kracht. In Tabel 20 is een overzicht gegeven van de vergoedingen voor elektriciteit en groen gas voor biomassa gerelateerde categorieën, geldende voor het jaar 2009.

**Tabel 20** Vergoedingen SDE-regeling 2009

Categorie	Basisbedrag
<b>Hernieuwbare Elektriciteit</b>	
verbranding van het biogas uit vergisting en co-vergisting van dierlijke mest of de inzet van warmte verkregen uit thermische conversie van vaste of vloeibare biomassa met een nominaal elektrisch vermogen kleiner dan of gelijk aan 10 MW	Variabel, lopend vanaf Euro 0,152 per kWh wanneer er geen warmtebenutting is, tot Euro 0,177 per kWh bij een warmtebenutting van 2 MJ/kWh of meer.
inzet van warmte verkregen uit thermische conversie van vaste of vloeibare biomassa met een nominaal elektrisch vermogen groter dan 10 MW en kleiner dan of gelijk aan 50 MW.	Variabel, lopend vanaf Euro 0,115 per kWh wanneer er geen warmtebenutting is, tot Euro 0,156 per kWh bij een warmtebenutting van 4 MJ/kWh of meer.
<b>Hernieuwbaar Gas</b>	
Biogasproductie met behulp van RWZI/AWZI/Stortgas	€ 0,218 per Nm <sup>3</sup> gas
Biogasproductie met behulp van mestvergisting/covergisting of GFT	€ 0,583 per Nm <sup>3</sup> gas

**Bron: Regeling aanwijzing categorieën duurzame energieproductie 2009**

---

Ten aanzien van deze vergoedingen gelden nog twee opmerkingen:

- In de tabel worden basisbedragen voor elektriciteit en groen gas genoemd. De jaarlijkse subsidie die een producent ontvangt als hij een SDE beschikking heeft, wordt bepaald door de marktprijs voor elektriciteit of gas van dit basisbedrag af te trekken. De producent ontvangt dus, onafhankelijk van de marktprijs, dit basisbedrag.
- De SDE basisbedragen worden jaarlijks opnieuw vastgesteld. Echter, wanneer een producent een SDE beschikking ontvangt, ligt het basisbedrag voor die producent voor een groot aantal jaren (10 tot 15) jaar vast.

#### 4.3.2 Warmteprijs

In tegenstelling tot de vergoeding voor de opgewekte duurzame elektriciteit is er geen eenduidige prijs (of subsidie) voor levering van warmte door middel van bio-energie. Deze prijs zal onder andere afhangen van de kwaliteit van de geleverde warmte (water/stoom, temperatuur, druk). De volgende overwegingen spelen een rol bij de keuze voor de vergoeding voor de warmte opwekking:

- In het algemeen wordt bij het bepalen van de prijs voor de consument uitgegaan van het “niet meer dan anders”-principe. Dit houdt in dat een consument niet meer betaalt voor duurzame warmte dan hij voor warmte uit aardgas kwijt zou zijn. Op basis van de rekenmethodiek die wordt geadviseerd door EnergieNed ligt deze prijs op ongeveer 20 €/GJ. Rekening houdend met distributieverliezen van 20% komt dit neer op 15 €/geproduceerde GJ.
- Voor industriële gebruikers is het alternatief toepassen van een aardgasgestookte ketel. Van belang is hierbij de momentane gasprijs, en de gasprijs op de langere termijn. Momenteel is deze gasprijs laag (ca 3 Euro/GJ). Op termijn (in 2010-2011) verwacht de markt echter dat de prijzen omhoog gaan naar 4 – 5 Euro/GJ<sup>1</sup>. Mede omdat op termijn de gasprijs waarschijnlijk weer omhoog zal gaan, wordt hier aangenomen dat de kostprijs voor warmteproductie, inclusief afschrijvingen en onderhoud van een warmteketel, ongeveer 7 tot 9 €/GJ bedraagt.

In de berekeningen zal worden gewerkt met een prijs van 8 €/GJ. Dit geldt voor alle scenario's waarbij warmte wordt gezien als een bijproduct. Indien het eindproduct stoom (warmte) is en een installatie enkel voor dit doeleinde wordt ontwikkeld dan zal de verkoop prijs hoger kunnen liggen. Echter, om vergelijkingen met de andere opties mogelijk te (blijven) maken, is hier ook gekozen voor een prijs van 8 €/GJ.

#### 4.3.3 Andere parameters

Voor het berekenen van de haalbaarheid van verschillende cases is een aantal standaardparameters gedefinieerd (zie tabel 21):

**Tabel 21** Uitgangspunten voor de financiële berekeningen

---

Parameters

---

---

<sup>1</sup> www.endex.nl

Projectduur	12	jaar
Discontovoet <sup>2</sup>	8%	
Winstbelasting	25,5%	
Investeringskapitaal	35%	van de investering
Leningen	65%	van de investering
Rente lening	6%	
Looptijd lening	12	jaar

Voor projectduur is standaard een periode van 12 jaar gekozen omdat dit overeenkomt met de looptijd van de SDE-bijdrage voor de meeste categorieën. Voor het bepalen van de netto contante waarde van een project is een discontovoet van 8% gekozen. Het winstbelastingpercentage is 25,5%. De Netto contante waarde is een maat voor de huidige waarde van alle huidige en toekomstige kosten en opbrengsten van een project. Daarbij worden toekomstige kasstromen afgewaardeerd tegen een bepaald ‘rentepercentage’, de discontovoet.

Wat betreft financiering wordt gekozen voor een mix van privaat kapitaal en bankleningen. Subsidies (behalve de SDE) zijn niet meegenomen, om een goede vergelijking te kunnen maken. Aangenomen is dat 65% van het kapitaal geleend wordt, en dat 35% als eigen vermogen wordt ingebracht.

#### 4.3.4 Decentrale verbranding schone houtachtige groenstromen

Voor de verbranding van vaste biomassa in een WKK-installatie kunnen verschillende scenario’s worden beschouwd:

- **Alleen elektriciteitsproductie.** Hierbij wordt de centrale geoptimaliseerd op elektriciteitsopbrengst, door de juiste keuze van hardware en condities.
- **Elektriciteit en levering van laagwaardige warmte voor bijvoorbeeld een stadsverwarmingsnet.** Hierbij wordt, afhankelijk van de warmtevraag, een hoeveelheid stoom uit de turbine afgetapt om warm water te produceren (90°C). Dit gaat ten koste van het elektrisch rendement.
- **Elektriciteit en levering van hoogwaardige warmte,** bijvoorbeeld in de vorm van processtoom voor industriële toepassing. Omdat er hoogwaardiger warmte afgetapt wordt, neemt de elektriciteitsproductie nog verder af.

##### *Scenario 1: alleen elektriciteit*

In dit scenario wordt uitgegaan van een situatie waarin géén warmte kan worden afgezet. Dit resulteert in de volgende parameters:

- De centrale heeft een (bruto) vermogen van 2 MW<sub>e</sub> en een (bruto) elektrisch rendement van 19%. De elektrische installaties in de centrale zelf verbruiken 10% van de opgewekte elektriciteit, wat resulteert in een netto elektriciteitsproductie van 13.500 MWh per jaar.
- De centrale verstoekt schone houtchips met een vochtpercentage van 50% en een stookwaarde van 9 GJ/t. De biomassaprijs is 27,5 Euro/ton.

<sup>2</sup> De discontovoet is een percentage waarmee kasstromen (relevante inkomsten en uitgaven) geactualiseerd kunnen worden. Dit betekent dat de huidige waarde van toekomstige kasstromen hiermee berekend kan worden. Een discontovoet is vergelijkbaar met een “vereiste rente” voor het project; en is dus hoger voor risicovolle investeringen.

In tabel 22 zijn de overige parameters weergegeven.

**Tabel 22** Parameters schoon hout verbranding voor alleen elektriciteit

Parameter	Waarde	Eenheid
Brandstof	Schone houtchips	-
Stookwaarde (gemiddeld)	9	GJ/ton
Brandstofconsumptie	31.580	t/jaar
Brandstofprijs (gemiddeld)	27,5	€/t
Capaciteit centrale (elektrisch)	2.0	MWe
Operationele uren	7500	uur/jaar
Elektrisch rendement (gemiddeld)	19,0%	-
Eigen verbruik (elektrisch)	10,0%	-
Productie elektriciteit (netto)	13.500	MWh/jaar
Toegepaste warmte (netto)	0	GJ/jaar

Met behulp van deze gegevens zijn de – voor de financiële analyse belangrijke – karakteristieken van deze centrale te bepalen. Het betreft kapitaalkosten, operationele kosten en opbrengsten. De operationele kosten bestaan uit biomassakosten en kosten voor operatie en onderhoud. Inkomsten worden gegenereerd door de verkoop van elektriciteit. De gegevens staan vermeld in tabel 23.

**Tabel 23** Kapitaal- en operationele kosten en opbrengsten schoon hout verbranding voor alleen elektriciteit

Parameter	Waarde	Eenheid
Kapitaalkosten	8.200.000	Euro
Operationele kosten		
<sup>1</sup> - Kosten biomassa	868.421	Euro/jaar
<sup>1</sup> - Operatie en onderhoud	560.000	Euro/jaar
Opbrengsten		
<sup>1</sup> - Verkoop van elektriciteit	2.052.000	Euro/jaar

Kapitaalkosten zijn bepaald aan de hand van (ECN, 2008). Uit deze tabel volgt duidelijk dat de kosten van de biomassa een belangrijk deel zijn van de totale operationele kosten. De inkomsten uit verkoop van elektriciteit zijn aanzienlijk, waarbij er van uitgegaan is dat de SDE vergoeding 15,2 Euroct./kWh is. Dit is de minimale vergoeding voor deze categorie. Dit is omdat de installatie geen nuttige warmte toepast.

Met behulp van deze gegevens kan een indicatie van de financiële haalbaarheid van een dergelijk systeem bepaald worden. De resultaten zijn weergegeven in tabel 24:

**Tabel 24** Resultaat schoon hout verbranding voor alleen elektriciteit

Parameter	Waarde	Eenheid
Terugverdiëntijd <sup>3</sup>	14,0	Jaar
Interne rentabiliteit (IR) <sup>4</sup>	-1%	
Netto contante waarde (NCW)	-3.252.000	€

Uit de resultaten blijkt dat dit scenario niet haalbaar is. De terugverdiëntijd is met 14 jaar normaal gesproken te lang voor een private investeerder.

#### *Scenario 2: elektriciteit en laagwaardige warmte*

In het tweede scenario wordt uitgegaan van de mogelijkheid om een bepaalde hoeveelheid warmte af te zetten, in de vorm van warm water. Uitgangspunt is een warmtenet waarin de biomassacentrale kan voorzien in de basisvraag. De piekvraag dient

<sup>3</sup> Een eenvoudige parameter die aangeeft hoeveel tijd het duurt om de investering terug te verdienen

<sup>4</sup> De interne rentabiliteit is een maat voor de rente op het geïnvesteerde vermogen. Een project is aantrekkelijker als de IRR hoog is.

dan te worden afgedekt door de eindgebruikers zelf, of door gasgestookte ketels. Het afdekken van de piekvraag, hoewel wezenlijk, wordt hier verder niet meegenomen. Dit omdat dit deel van een project niet anders is als bij een fossiele oplossing. Hierdoor zal dit onderdeel geen rol spelen bij het besluit om te kiezen voor een bio-energie oplossing.

Levering van warmte en elektriciteit (Warmte-Kracht-Koppeling of WKK) heeft een negatieve invloed op het elektrisch rendement. Verder zijn de parameters van dit scenario vergelijkbaar met dat van de andere drie scenario's. Dit om de scenario's zo goed mogelijk onderling vergelijkbaar te houden. De parameters van dit scenario staan vermeld in tabel 25:

**Tabel 25** Parameters schoon hout verbranding WKK

Parameter	Waarde	Eenheid
Brandstof	Schone houtchips	-
Stookwaarde (gemiddeld)	9	GJ/ton
Brandstofconsumptie	36.420	t/jaar
Brandstofprijs (gemiddeld)	27.5	€/t
Capaciteit centrale (elektrisch)	2.0	MWe
Operationele uren (elektriciteit)	7500	uur/jaar
Elektrisch rendement (gemiddeld)	15,9%	-
Eigen verbruik (elektrisch)	10,0%	-
Productie elektriciteit (netto)	11.670	MWh/jaar
Toegepaste warmte (netto)	83.488	GJ/jaar

Uitgangspunt bij dit scenario is dat de centrale zoveel als technisch mogelijk is op volle capaciteit draait. Als de warmte niet nodig is, dan wordt deze vernietigd met luchtkoelers.

Uit de hoeveelheid benodigde brandstof is af te lezen dat deze installatie groter is dan de installatie beschreven in scenario 1. Dit is omdat de elektrische capaciteit constant gehouden is, terwijl het elektrisch rendement anders is.

Kapitaal- en operationele kosten en opbrengsten zijn vermeld in tabel 26.

**Tabel 26** Kapitaal- en operationele kosten en opbrengsten schoon hout verbranding WKK

Parameter	Waarde	Eenheid
Kapitaalkosten	8.800.000	Euro
Operationele kosten		
- Kosten biomassa	1.002.000	Euro/jaar
- Operatie en onderhoud	590.000	Euro/jaar
Opbrengsten		
- Verkoop van elektriciteit	2.066.000	Euro/jaar
- Verkoop van warmte	667.000	Euro/jaar

Naast een aanzienlijk bedrag aan warmte-inkomsten, is de vergoeding die verkregen wordt vanuit de SDE subsidie gelijk aan 17,7 Euroct./kWh. Reden hiervoor is de bonus die verkregen wordt omdat een behoorlijk deel van de warmte nuttig toegepast wordt. Kapitaalkosten zijn bepaald aan de hand van (ECN, 2008).

Aan de hand van de bovengenoemde kosten en opbrengsten kan de financiële haalbaarheid bepaald worden:

**Tabel 27** Resultaat schoon hout verbranding WKK

Parameter	Waarde	Eenheid
Terugverdientijd	9,3	Jaar

Interne rentabiliteit (IR)	6%
Netto contante waarde (NCW)	-818.000 €

Uit de resultaten blijkt dat dit scenario een duidelijk lagere terugverdientijd heeft dan scenario 1. De terugverdientijd is echter nog vrij lang. Het is de vraag of dit interessant is voor een investeerder. Belangrijkste reden waarom deze terugverdientijd lager is dan bij scenario 1 is de extra inkomsten vanwege warmtelevering. Dit geeft een bonus op de SDE, naast de directe inkomsten van de warmtelevering. De hogere kapitaalkosten worden hiermee gecompenseerd.

### Scenario 3: elektriciteit en hoogwaardige warmte

Behalve laagwaardige warmte kan ook hoogwaardige warmte worden geleverd, bijvoorbeeld in de vorm van processtoom aan de industrie. In dit geval zal de mogelijkheid om te wekken hoeveelheid elektriciteit nog verder afnemen (als percentage van totale opgewekte energie). Dit zal daarom pas interessant zijn als de van warmtevraag hoog is en stabiel is. Parameters van dit scenario staan in tabel 26:

**Tabel 28** Parameters schoon hout verbranding WKK processtoom

Parameter	Waarde	Eenheid
Brandstof	Schone houtchips	-
Stookwaarde (gemiddeld)	9	GJ/ton
Brandstofconsumptie	62.000	t/jaar
Brandstofprijs (gemiddeld)	27,5	€/t
Capaciteit centrale (elektrisch)	2,0	MWe
Operationele uren (elektriciteit)	7.500	uur/jaar
Elektrisch rendement (gemiddeld)	9,6%	-
Eigen verbruik (elektrisch)	10,0%	-
Productie elektriciteit (netto)	13.500	MWh/jaar
Toegepaste warmte (netto)	275.000	GJ/jaar

Er wordt in dit scenario aangenomen dat de warmte gedurende 5.000 uur per jaar benut kan worden. De installatie draait meer, dus extra warmte moet vernietigd worden. Kosten en opbrengsten zijn vermeld in de volgende tabel.

**Tabel 29** Kapitaal- en operationele kosten en opbrengsten schoon hout verbranding processtoom

Parameter	Waarde	Eenheid
Kapitaalkosten	10.340.000	Euro
Operationele kosten		
- Kosten biomassa	1.719.000	Euro/jaar
- Operatie en onderhoud	767.000	Euro/jaar
Opbrengsten		
- Verkoop van elektriciteit	2.390.000	Euro/jaar
- Verkoop van warmte	2.203.000	Euro/jaar

Kapitaalkosten zijn hoger dan bij de andere scenario's omdat de gehele installatie groter is. De elektrische capaciteit is hetzelfde, maar de thermische capaciteit is hoger. Dit blijkt ook uit de biomassa consumptie. Deze installatie komt ook in aanmerking voor het hoge SDE tarief van 17,7 Euroct./kWh. Verkoop van warmte gebeurt tegen een tarief van 8 Euro/GJ. De financiële resultaten zijn vermeld in tabel 30:

**Tabel 30** Resultaat schoon hout verbranding processtoom

Parameter	Waarde	Eenheid
Terugverdientijd	6,7	Jaar
Interne rentabiliteit (IR)	14%	
Netto contante waarde (NCW)	3.018.000	€

Uit deze berekeningen blijkt dat een dergelijke installatie haalbaar is. Hoofdredekenen voor een betere haalbaarheid zijn de hoge inkomsten voor warmteproductie. De kapitaalkosten voor een dergelijke installatie zijn wel hoger, maar worden voldoende gecompenseerd. Daarnaast is dit een installatie die ruwweg twee keer zoveel biomassa nodig heeft als de installatie van scenario twee. Dit kan problemen met de beschikbaarheid geven.

#### 4.3.5 Kleinschalige verbranding van schoon hout voor warmteopwekking

In dit scenario wordt uitgegaan van een situatie waarin een houtgestookte verwarmingsketel alleen maar warmte levert aan een warmtenet. Dit wordt ook wel een 'heat-only' ketel genoemd. Er wordt geen elektriciteit geproduceerd. Hierdoor dalen de kapitaalkosten van een dergelijke installatie aanzienlijk. Nadeel is dat er geen SDE subsidie verkregen kan worden. Ook hier wordt de basislast afgedekt door de biomassa ketel, en de pieklast op een andere wijze.

Voor dit scenario gelden de volgende parameters:

**Tabel 31** Parameters schoon hout verbranding 'heat-only'

Parameter	Waarde	Eenheid
Brandstof	Schone houtchips	-
Stookwaarde (gemiddeld)	9	GJ/ton
Brandstofconsumptie	1.700	t/jaar
Brandstofprijs (gemiddeld)	27.5	€/t
Capaciteit centrale	1	MWth
Operationele uren	5000	uur/jaar
Thermisch rendement	85%	-
Toegepaste warmte (netto)	13.500	GJ/jaar

Het energetisch rendement (elektrisch plus thermisch) is met 85% zeer hoog. Dit hoge rendement is één van de kenmerken van heat-only toepassingen. De installatie draait ook niet het hele jaar door. Een heat-only boiler kan uitgezet worden als er geen warmtevraag is; hetgeen een positief effect heeft op de biomassa consumptie. Kosten en opbrengsten staan vermeld in tabel 32; het resultaat in tabel 33.

**Tabel 32** Kapitaal- en operationele kosten en opbrengsten schoon hout verbranding 'heat-only'

Parameter	Waarde	Eenheid
Kapitaalkosten	460.000	Euro
Operationele kosten		
- Kosten biomassa	49.000	Euro/jaar
- Operatie en onderhoud	47.000	Euro/jaar
Opbrengsten		
- Verkoop van elektriciteit	0	Euro/jaar
- Verkoop van warmte	108.000	Euro/jaar

**Tabel 33** Resultaat schoon hout verbranding 'heat-only'

Parameter	Waarde	Eenheid
Terugverdientijd	>14	Jaar
Interne rentabiliteit (IR)	-9%	
Netto contante waarde (NCW)	324.000	€

Uit de resultaten blijkt dat in dit scenario de rentabiliteit zeer laag is. Het ontbreken van inkomsten uit de verkoop van elektriciteit betekent dat dit soort ‘heat-only’ boilers minder rendabel zijn dan bio-WKK installaties.

Toch kunnen ‘heat-only’ boilers wel interessant zijn. Het betreft dan situaties waarbij kleinschalige boilers (bijvoorbeeld 50 – 200 kW<sub>th</sub>) worden geïmplementeerd op plaatsen waar biomassa tegen lage kosten voorhanden is (bijvoorbeeld bij een boer die zelf zijn houtsingels en/of wallen onderhoud). Bio-WKK is dan - vanwege de kleine schaal - geen alternatief.

#### 4.3.6 Decentrale verbranding B-hout

In plaats van schone houtchips kan ook B-hout worden gekozen als brandstof. B-hout is afvalhout (bv. bouw- en sloophout), met verf- en lijmresten. Het is echter niet zo vervuild als C-hout. Voordeel van het gebruik van B-hout is de iets lagere prijs en hogere stookwaarde dan groenhout. Nadelen zijn de hogere eisen met betrekking tot emissies, en de bijbehorende monitoring en verslaglegging. Ook vergunningtrajecten kunnen langer en dus kostbaarder zijn.

Omdat uit eerder paragrafen al gebleken is dat warmtelevering cruciaal is voor een bio-energie project, is in dit scenario uitgegaan van een B-hout WKK, inclusief levering van processtoom. Dit scenario is vergelijkbaar met scenario 3, behalve wat betreft de brandstofkeuze. De parameters zijn weergegeven in de navolgende tabel.

**Tabel 34** Parameters B-hout verbranding WKK

Parameter	Waarde	Eenheid
Brandstof	B-hout	-
Stookwaarde (gemiddeld)	14,6	GJ/ton
Brandstofconsumptie	38.500	t/jaar
Brandstofprijs (gemiddeld)	25	€/t
Capaciteit centrale (elektrisch)	2	MWe
Operationele uren (elektriciteit)	7500	uur/jaar
Elektrisch rendement	9.6%	
Toegepaste warmte (netto)	275.000	GJ/jaar

Omdat de stookwaarde van B-hout hoger is dan van groenhout is de totale hoeveelheid biomassa die benodigd is minder. Hierdoor zijn de kosten van biomassa lager:

**Tabel 35** Kapitaal- en operationele kosten en opbrengsten B-hout verbranding WKK

Parameter	Waarde	Eenheid
Kapitaalkosten	11.300.000	Euro
Operationele kosten		
- Kosten biomassa	963.000	Euro/jaar
- Operatie en onderhoud	917.000	Euro/jaar
Opbrengsten		
- Verkoop van elektriciteit	2.390.000	Euro/jaar
- Verkoop van warmte	2.203.000	Euro/jaar

**Tabel 36** Resultaat B-hout verbranding WKK

Parameter	Waarde	Eenheid
Terugverdientijd	6.4	Jaar
Interne rentabiliteit (IR)	15%	
Netto contante waarde (NCW)	4.054.000	€

Verbranding van B-hout in een bio-WKK is dus qua financiën vergelijkbaar met scenario 3 (verbranding van groenhout in een bio-WKK): De lagere kosten van de biomassa vallen weg tegen de hogere kapitaalkosten en de hogere kosten voor monitoring en rapportage betreffende emissies.

In deze berekeningen zijn echter andere consequenties van het gebruik van B-hout (vergunningen, lokale weerstand) niet meegenomen.

#### 4.3.7 Co-vergisting van mest met co-substraten

Bij de co-vergisters die momenteel worden geïmplementeerd in Nederland is de tendens naar schaalvergroting. Hoofdrede hiervoor is financiële haalbaarheid. Qua grootte is de m.e.r.-grens een veel gebruikte maat. Boven een input van 36.000 ton/jaar is een m.e.r. procedure verplicht, hetgeen veel initiatiefnemers willen vermijden.

Bij een dergelijke installatie moet minimaal 50% van de input uit mest bestaan. Dit omdat anders het digestaat (de output van een co-vergistingsinstallatie) niet meer als mest mag gelden. Dit maakt de afzet moeilijker en dus kostbaarder. Er wordt uitgegaan van 50% benutting van de geproduceerde warmte. Parameters van dit scenario staan vermeld in tabel 37.

Omdat niet alle organische stof van de input omgezet wordt in biogas, gaat er een hoeveelheid energie verloren bij deze omzetting. Verbranding van biogas in een gasmotor kan echter met een hoog elektrisch rendement plaatsvinden, zodat er toch een behoorlijke hoeveelheid elektriciteit geproduceerd kan worden. Co-substraten zijn verantwoordelijk voor meer dan 80% van de energie opbrengst. Kosten en opbrengsten staan in tabel 38.

**Tabel 37** Parameters co-vergisting inclusief warmteafzet

Parameter	Waarde	Eenheid
Brandstof	Mest (varkensmest) en co-substraten	-
Brandstofconsumptie	36.000 (20.000 mest en 16.000 co-substraten)	t/jaar
Prijs co-substraten	25	€/t
Capaciteit centrale (elektrisch)	0.85	MWe
Operationele uren (elektriciteit)	8000	uur/jaar
Elektrisch rendement	36%	
Toegepaste warmte (netto)	13.400	GJ/jaar

**Tabel 38** Kapitaal- en operationele kosten en opbrengsten co-vergisting inclusief warmteafzet

Parameter	Waarde	Eenheid
Kapitaalkosten	2.315.000	Euro
Operationele kosten		
- Kosten biomassa	400.000	Euro/jaar
- Operatie en onderhoud (incl. afzetkosten digestaat)	832.000	Euro/jaar
Opbrengsten		
- Verkoop van elektriciteit	1.133.000	Euro/jaar
- Verkoop van warmte	108.000	Euro/jaar
- Inname biomassa	500.000	Euro/jaar

Inname van biomassa betreft de inname van mest. Deze positieve post wordt meer dan tenietgedaan door de afzetkosten van digestaat. Digestaat heeft tot op dusver dezelfde negatieve prijs als mest. Daarnaast resulteert het gebruik van co-substraten in een grotere hoeveelheid digestaat. Resultaten van de case staan hieronder vermeld.

**Tabel 39** Resultaat co-vergisting inclusief warmteafzet

Parameter	Waarde	Eenheid
Terugverdientijd	6,4	Jaar
Interne rentabiliteit (IR)	16%	
Netto contante waarde (NCW)	1.079.000	€

Deze resultaten laten zien dat co-vergisting met warmte afzet rendabel kan zijn. Hierbij is er wel van uitgegaan dat een behoorlijk deel van de warmte afgezet kan worden, zodat de maximale SDE subsidie behaald kan worden. Dit is bij co-vergisting minder eenvoudig, omdat er minder warmte 'over' is (vanwege het hoge rendement van de gebruikte gasmotoren), en omdat grootschalige vergisters vaker geplaatst worden waar er geen behoefte is aan warmte, bijvoorbeeld in het buitengebied.

Om een indruk te geven van het effect van de afzet van warmte op de haalbaarheid is in tabel 40 een overzicht gegeven van de financiële resultaten van co-vergistingsinstallatie met een WKK waarbij de warmte niet wordt afzet. Dit resulteert in een terugverdientijd van 10,5 jaar met een IR van 6%.

**Tabel 40** Resultaat co-vergisting inclusief warmteafzet

Parameter	Waarde	Eenheid
Terugverdientijd	10,5	Jaar
Interne rentabiliteit (IR)	6%	
Netto contante waarde (NCW)	-204.000	€

#### 4.3.8

#### Co-vergisting van mest in combinatie met biogas upgrading

Voor een soortgelijke vergistingsinstallatie als beschreven in bovenstaande paragraaf is ook de haalbaarheid bepaald indien in plaats van elektriciteit en warmte, groen gas wordt afgezet. Een voordeel van de afzet van biogas t.b.v. warmteproductie is dat de afzet van groen gas niet seizoensafhankelijk is, maar het gehele jaar door kan plaatsvinden. In tabel 41 is een overzicht gegeven van de benodigde brandstof en de resulterende groen gas productie. Per jaar wordt er 1.790.100 Nm<sup>3</sup> groen gas geproduceerd.

**Tabel 41** Parameters co-vergisting inclusief biogas upgrading

Parameter	Waarde	Eenheid
Brandstof	Mest (varkensmest) en co-substraten	-
Brandstofconsumptie	36.000 (20.000 mest en 16.000 co-substraten)	t/jaar
Prijs co-substraten	25	Euro/t
Operationele uren	8000	uur/jaar
Groen gas productie	1.790.100	Nm <sup>3</sup> /jaar

In tabel 42 is een overzicht gegeven van de kosten en opbrengsten van deze installatie. Er wordt bespaard op de investering van een WKK installatie. Daarentegen is wel een additionele ketel nodig voor de benodigde opwarming van de vergister. De kapitaalkosten voor de upgrade- en invoedinstallatie zijn – in dit geval - ongeveer gelijk aan de kapitaalkosten voor de vergister.

**Tabel 42** Kapitaal- en operationele kosten en opbrengsten co-vergisting inclusief upgrading

Parameter	Waarde	Eenheid
Kapitaalkosten	1.390.435	Euro
Kapitaalkosten upgrade installatie	1.444.500	Euro

Operationele kosten		
- Kosten biomassa	400.000	Euro/jaar
- Operationele kosten	1.423.000	Euro/jaar
Opbrengsten		
- Verkoop van groen gas	1.544.000	Euro/jaar
- Inname biomassa	500.000	Euro/jaar

Bij een deze vergistings- en upgradingsinstallatie is de terugverdientijd minstens 14 jaar met een negatieve interne rentabiliteit. Dit is omdat voor een kleinschalige vergistingsinstallatie zoals deze, upgradering van biogas naar groen gas economisch niet gunstig is, omdat de upgradering en invoeding een te groot aandeel van de investeringskosten bedraagt. In tabel 43 is het financiële resultaat weergegeven.

**Tabel 43** Resultaat co-vergisting inclusief upgradering

Parameter	Waarde	Eenheid
Terugverdientijd	14,0	Jaar
Interne rentabiliteit (IR)	-5%	
Netto contante waarde (NCW)	-1.666.000	€

#### 4.3.9 Conclusies financiële haalbaarheid

In deze paragrafen is de financiële haalbaarheid van een aantal typische systemen doorgerekend. Hieruit kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De benutting van warmte is essentieel voor de haalbaarheid van een biomassa project. Dit vanwege twee effecten:
  - extra inkomsten vanwege warmtelevering
  - Een hogere SDE vergoeding voor de geproduceerde elektriciteit
- In het algemeen is bio-energie verbranding recentelijk financieel minder aantrekkelijk geworden en is co-vergisting aantrekkelijker geworden. Dit vooral vanwege de hoge prijs van schone biomassa voor verbranding.
- Relatief kleinschalige verbranding van B-hout is qua financiële haalbaarheid vergelijkbaar met verbranding van groenhout. De hogere kosten voor de installatie en voor de monitoring van de emissies worden gecompenseerd door de lagere kosten voor de brandstof. Andere nadelen die aan B-hout kleven (afvalstatus, vergunningentrajec) zijn echter niet meegenomen in de vergelijking.
- In het algemeen geldt dat het financiële rendement voor een belangrijk deel bepaald wordt door de schaalgrootte.

#### 4.4 Kansen: warmtevraag

Uit de financiële berekeningen in de voorgaande paragraaf is gebleken dat afzet van warmte kritisch is voor de financiële haalbaarheid van bio-energie. Transport van warmte is kostbaar, zeker als de warmte over een grotere afstand getransporteerd moet worden. Een afstand van enkele kilometers kan al resulteren in te hoge kosten en een onrendabel project.

Bij het identificeren van kansrijke locaties voor bio-energie in de regio is het dus van groot belang dat er grote, en stabiele warmtegebruikers in de directe nabijheid zijn. Dit is belangrijker dan dichtbij de biomassa zijn; omdat normaal gesproken biomassa transport eenvoudiger en goedkoper is dan warmtetransport.

Bij het identificeren van locaties waar veel warmte benodigd is, is naar de volgende mogelijkheden gezocht:

- Grote zwembaden in de regio. Met name binnenbaden hebben een grote en stabiele warmtevraag, en zijn dus ideale locaties voor toepassing van bio-energie
- Bedrijventerreinen kunnen goede locaties zijn voor bio-energie. Dit hangt dan wel af van twee aspecten:
  - Aanwezigheid of plannen voor het aanleggen van een warmtenet vergroot de mogelijkheden voor bio-energie aanzienlijk. Deze kosten zijn – behoudens speciale gevallen – doorgaans te hoog om meegenomen te worden in de exploitatie van de bio-energie centrale.
  - Warmtevraag van de aanwezige bedrijven. Deze kan sterk variëren, van bijna niets tot zeer hoog.
- Nieuwe woonwijken bieden ook mogelijkheden voor bio-energie installaties. Hierbij is het essentieel dat er een warmtenet wordt aangelegd. Zonder warmtenet zijn er geen mogelijkheden voor bio-energie.

De beschikbare informatie is verzameld aan de hand van gegevens van de leden van de projectgroep en het direct benaderen van mogelijke warmtegebruikers. De warmtevraag van woonwijken is gedefinieerd als het totale gasverbruik voor ruimte- en tapwater verwarming. Hierbij is rekening gehouden met opwekking, transport- en overdrachtsverliezen. De warmtevraag van kassen is ongeveer 15.000 GJ/ha/jaar (Erbrink and Smit 2003).

Resultaten hiervan staan vermeld in tabel 44. Hier is per gemeente aangegeven welke zwembaden, in aanbouw zijnde bedrijventerreinen en woonwijken er zijn. Verder zijn deze resultaten ook grafisch weergegeven in figuur 6. Daaruit volgt het beeld dat de geïdentificeerde mogelijkheden zich verspreid over de regio bevinden.

**Tabel 44** Locaties met een grote warmtevraag in de regio Stedendriehoek

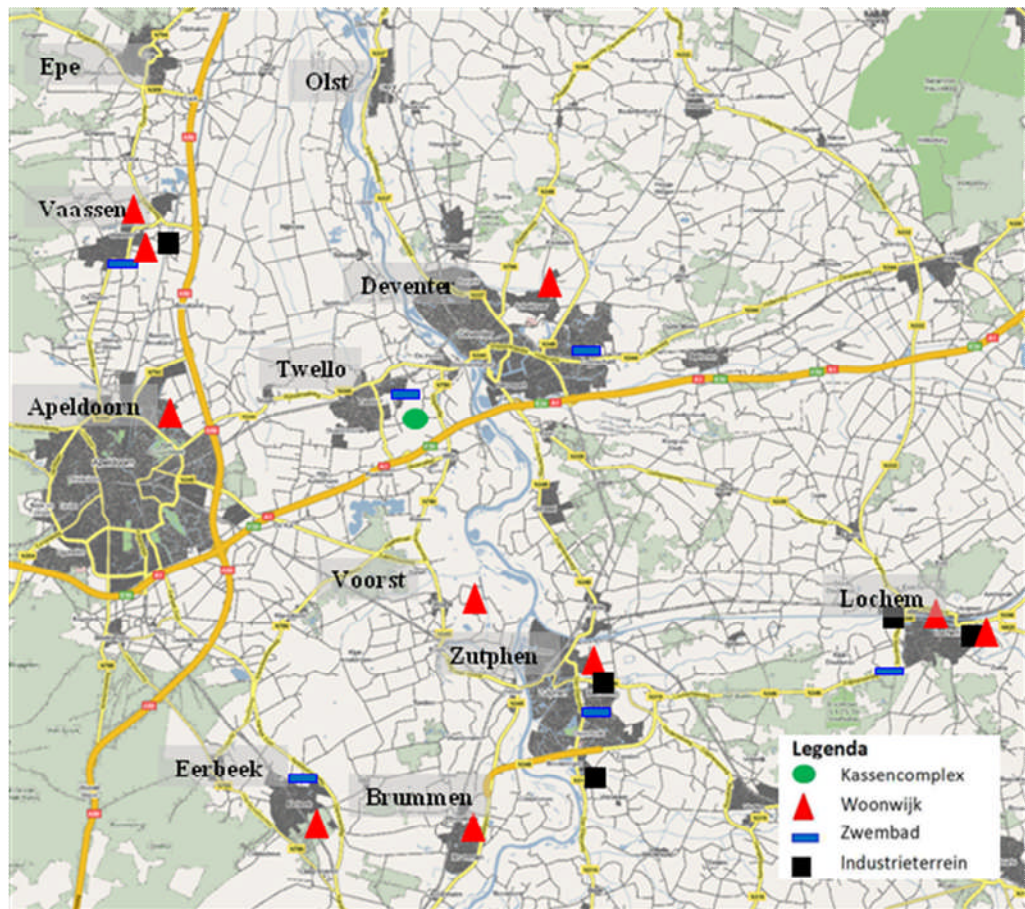
Type	Naam	Locatie	Grootte	Status
<b>Deventer</b>				
Zwembad/IJsbaan	De Scheg	Deventer	1,2 miljoen m <sup>3</sup> aardgas	Verkennde studie energiebesparing
Zwembad (buitenbad)	Looërmark	Bathmen	Zonneboilers	Bestaand
Nieuwbouwwijk	Steenbrugge	Deventer	1200 woningen/2,4 miljoen m <sup>3</sup> aardgas	Realisatie vanaf 2011
Woonwijk	Spijkvoorderenk	Deventer	370-400 woningen	Verkennde studie
Woonwijk	Park Zandweerd	Deventer	450 woningen	Initiatieffase
Centrumgebied	Centrumplan Bathmen	Bathmen	58 woningen 2000 m <sup>2</sup> overige	Uitwerking stedenbouwkundigplan
Herstructurering Woonwijk	Keizerslanden	Deventer	Fasegewijs vernieuwen de komende 15 jaar	Vernieuwingsplannen in de maak door corporatie Ieder1

Herstructurering Woonwijk	Rivierenwijk (Vogelaarwijk)	Deventer	Fasegewijs vernieuwen de komende 15 jaar	Vernieuwingsplannen in de maak door corporatie Rentree
Woonwijk	Hoornwerk	Deventer	180 woningen	Bestemmingsplan gereed
Woonwijk	Wijtenhorst/Douwelerleide	Schalkhaar	280 woningen	Bestemmingsplan in voorbereiding
Wonen/werken	Havenkwartier	Deventer	300 woningen/werkfuncties	Opstellen ontwikkelplan VOSP
Industrieterrein	Bedrijvenpark A1	Deventer	90 ha	Bestemmingsplan in voorbereiding
<b>Zutphen</b>				
Zwembad	Graaf Ottobad	Warnsveld		
Bedrijventerrein	De Revelhorst	Zutphen	630-790.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar	In realisatie
Herontwikkeling Bedrijventerrein	De Mars	Zutphen	130 ha / 286 TJ/jaar	Duurzame energievoorziening wordt overwogen. Voltooiing 2020
Nieuwbouwwijk	Noorderhaven	Zutphen	1000 woningen / 2 miljoen m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Vanaf 2012
<b>Voorst</b>				
Kassencomplex	Te realiseren	Voorst	50 ha / 23,7 miljoen m <sup>3</sup> aardgas/jaar	
Zwembad	De Schaek	Twello	200.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar / 700.000 kWh elektriciteit/jaar	
Nieuwbouwwijk	Uitbreiding Kern	Voorst	200 woningen / 400.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar	
<b>Apeldoorn</b>				
Nieuwbouwwijk	Zuidbroek	Apeldoorn	530 woningen / 1,06 miljoen m <sup>3</sup> aardgas/jaar	
<b>Brummen</b>				
Zwembad	Rhienderoord	Brummen	Twee ketels 195-225 kW en 250-285 kW. Jaarlijks verbruik onbekend	Bouwjaar 1991. Geen initiatieven
Zwembad	Coldenhove	Eerbeek	Buitenbad	Bestaand
Nieuwbouwwijk	Elzenbos	Brummen	700 woningen 1,4 miljoen m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Realisatie 2009-2019
Nieuwbouwwijk	Lombok	Eerbeek	350 woningen 700.000 miljoen m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Realisatie 2009-2019
<b>Epe</b>				
Zwembad/sportcentrum	De Koekoek	Vaassen	564 kW 170 - 200.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Nieuwbouw gepland. Grond hiervoor wordt opgeleverd in najaar 2009. Energievoorziening dmv houtgestookte ketel wordt overwogen.

Lochem				
Zwembad	De Beemd	Lochem		Bestaand
Zwembad (buitenbad)	Leussinkbad	Laren		Bestaand
Zwembad (buitenbad)	De Berkel	Almen	33.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Bestaand
Zwembad (buitenbad)	De Boskoele	Gorssel	33.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Bestaand
Bedrijven terrein	Diekink	Lochem	20 ha / 13,9 miljoen m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Realisatie 2015
Bedrijven terrein	Stijgoord	Lochem	8 ha / 560.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Realisatie 2010-2012
Nieuwbouwwijk	hanzeweg	Lochem	180 - 200 woningen / 380.000 m <sup>3</sup> aardgas / jaar	2011 planklaar
Nieuwbouwwijk	Lochem Oost	Lochem	250 woningen / 500.000 m <sup>3</sup> aardgas / jaar	2015?

Uit deze opsomming blijkt dat er een behoorlijk aantal locaties aan te wijzen zijn waar een voldoende grote warmtevraag is. Deze zijn aangegeven in figuur 6.

Het is echter niet te verwachten dat al deze locaties interessant zijn voor bio-energie. Er zullen redenen zijn waarom bio-energie minder voor de hand ligt, zoals bijvoorbeeld een sterk fluctuerende warmte vraag, of een warmtevraag die sterk aan bedrijfstijden gebonden is, beperkte mogelijkheden in het bestemmingsplan, etc. Naar verwachting zullen slechts enkele locaties werkelijk interessant zijn voor bio-energie.

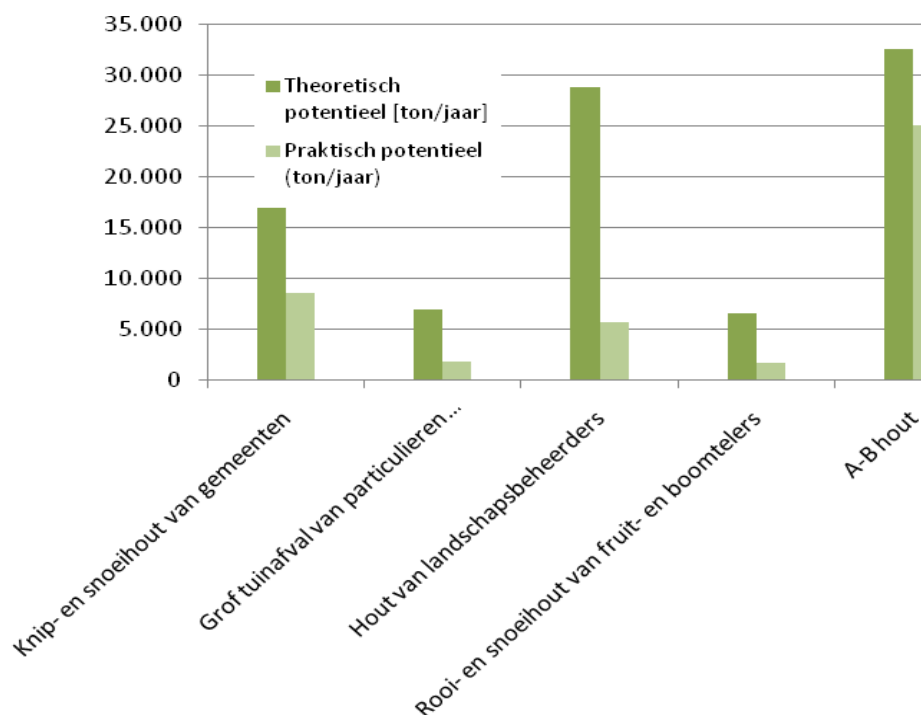


Figuur 6 Overzichtskaart met daarop locaties met een grote warmtevraag

### 5.1 Conclusies

Met betrekking tot de **beschikbaarheid van biomassa** in de regio Stedendriehoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

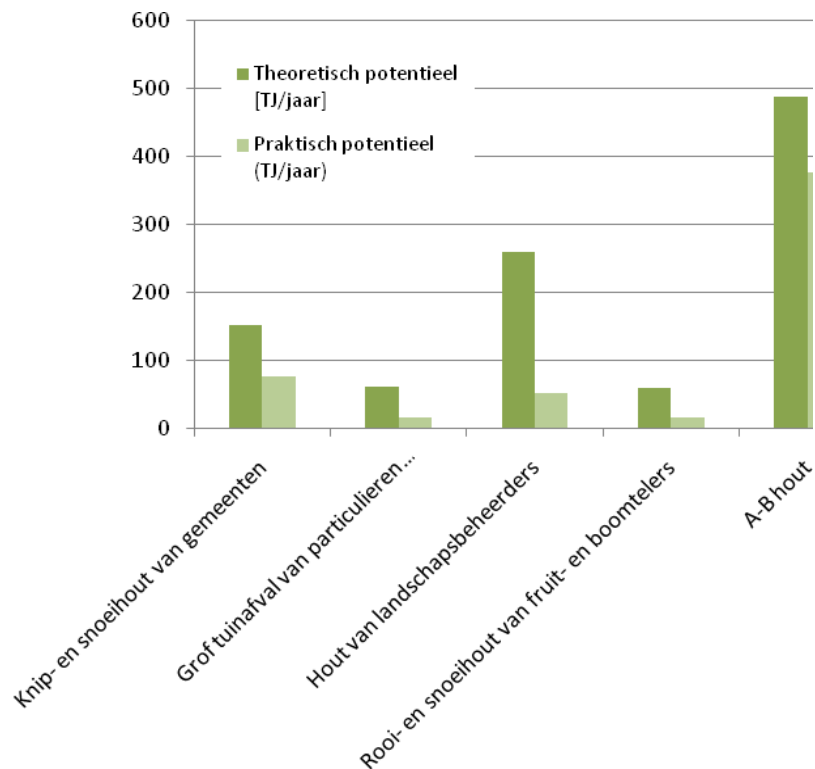
De beschikbaarheid van *houtige biomassastromen* is weergegeven in figuur 7.



**Figuur 7** Beschikbaarheid houtige biomassastromen (in tonnage)

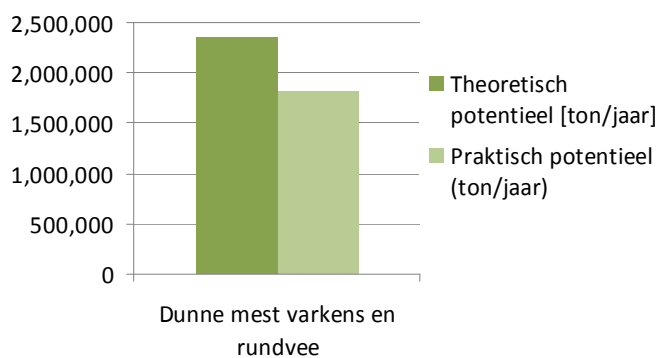
Uit deze figuur blijkt dat er een behoorlijke hoeveelheid groenhout beschikbaar is in de regio Stedendriehoek. Met een praktisch potentieel van ca. 17.500 ton/jaar aan groenhout (geen A- en B- hout) kan een bio-WKK met een elektrische capaciteit van 1,2 MW<sub>e</sub> en een warmteproductie van 3,5 MW<sub>th</sub> (equivalent met 3,0 miljoen m<sup>3</sup> aardgas per jaar) gevoed worden. Deze hoeveelheid energie is vergelijkbaar met het verbruik van 1.500 woningen, uitgaande van 2.000 m<sup>3</sup> aardgas per jaar per woning. De beschikbare hoeveelheid A- en B-hout is met 25.000 ton/jaar voldoende voor 2,7 MW<sub>e</sub> aan elektrische capaciteit en 8,1 MW<sub>th</sub> aan warmtecapaciteit. Deze warmtecapaciteit is equivalent aan 7 miljoen m<sup>3</sup> aardgas (genoeg voor 3.500 woningen) per jaar.

Figuur 8 laat de theoretische energieopbrengst zien van de beschikbare houtige biomassastromen. Dit geeft een indruk van de energieopbrengst die per houtige biomassastroom is te verwachten.



**Figuur 8:** Beschikbare houtige biomassa in TJ (1 TJ = 1000 GJ)

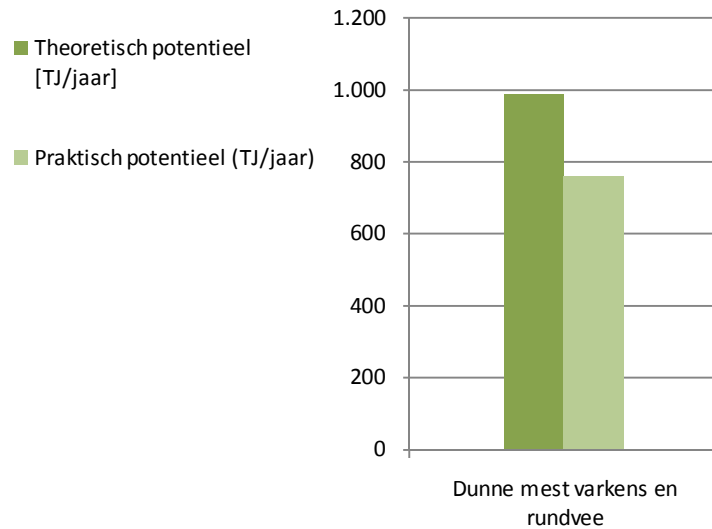
De beschikbare hoeveelheid *dunne mest van varkens en rundvee* is weergegeven in figuur 9.



**Figure 9** Beschikbare hoeveelheid dunne mest in de regio Stedendriehoek

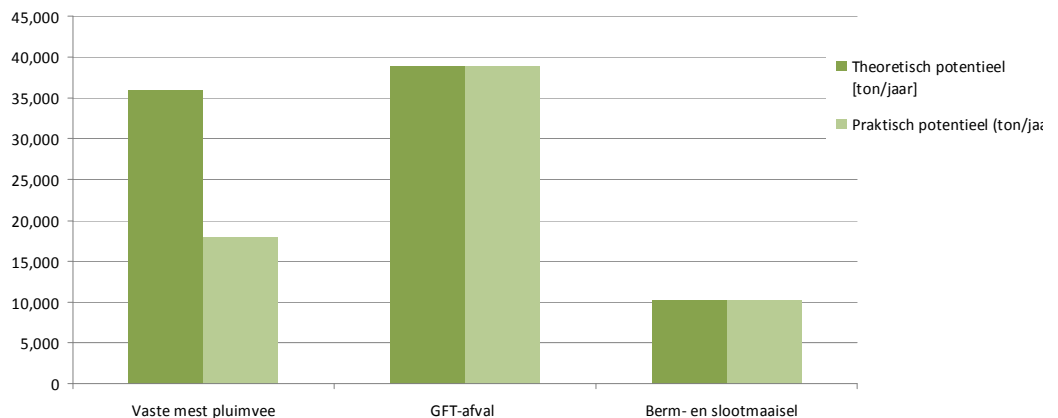
Alhoewel de praktische beschikbaarheid zeer hoog is, is de toepassing van mest gekoppeld aan de beschikbaarheid van co-substraten. Hiervoor bestaat een landelijke

markt. Deze beschikbaarheidsgegevens geven echter aan dat voor de voorziene toekomst geen gebrek aan mest is voor co-vergisting. De theoretische energieopbrengst is weergegeven in figuur 10:



**Figuur 10:** Beschikbare hoeveelheid dunne mest in de regio Stedendriehoek in TJ (1 TJ = 1000 GJ)

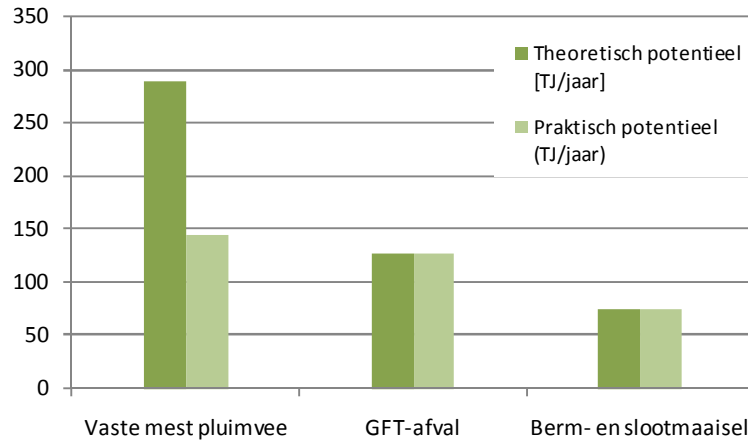
De beschikbare hoeveelheid *pluimveemest*, *GFT* en *berm- en slootmaaisel* is weergegeven in figuur 11. De theoretische energieopbrengst van deze biomassastromen is weergegeven in figuur 12.



**Figuur 11:** Beschikbare hoeveelheid pluimveemest, GFT en berm- en slootmaaisel in de regio Stedendriehoek

Uit deze figuur blijkt dat de beschikbare hoeveelheden van deze biomassastromen aanzienlijk zijn. Daadwerkelijke omzetting in energie is echter om uiteenlopende redenen lastig. De implementatie van een pluimveemest verbrander in Apeldoorn wordt momenteel overwogen. Vergunningverlening is echter problematisch. GFT

vergistingcapaciteit zal waarschijnlijk niet uitgebreid worden, vanwege de dalende tarieven voor GFT verwerking. Benutting van berm- en slootmaaisel voor energie is nog in de pilot-fase.



**Figuur 12:** Beschikbare hoeveelheid pluimveemest, GFT en berm- en slootmaaisel in de regio Stedendriehoek in TJ (1 TJ = 1000 GJ)

Qua beschikbaarheid van biomassa is dus gebleken dat er een redelijke hoeveelheid biomassa beschikbaar is om in te zetten voor bio-energie. Daarnaast zijn er nu reeds een groot aantal initiatieven op handen in de regio. De prijzen voor verse houtstromen zijn de laatste tijd gestegen, hetgeen op schaarste wijst.

In de regio Stedendriehoek zijn er meer dan dertig **bestaande bio-energie installaties en initiatieven** geïdentificeerd. Hierbij zijn opvallend veel co-vergistingsinitiatieven, sterk geconcentreerd rond Apeldoorn en in mindere mate Zutphen en Deventer. Initiatieven met betrekking tot biomassa verbranding zijn ofwel kleinere ‘heat-only’ boilers, ofwel zeer grote centrales (Fibrowatt in Apeldoorn, de VAR). Initiatieven voor middelgrote installaties van één tot enkele MW<sub>e</sub> zijn niet geïdentificeerd in de regio Stedendriehoek

Qua **kansen voor de regio** is een overzicht van beschikbare technologieën gepresenteerd. Technologieën die marktrijp zijn en kunnen worden toegepast zijn verbranding en vergisting. Uit de financiële berekeningen van een aantal voorbeeldcases blijkt dat, onder het huidige subsidieregime, en met de huidige kosten voor biomassa, co-vergisting met warmtebenutting haalbaar is, en bio-WKK indien een aanzienlijk deel van de warmte benut kan worden. Dit heeft twee oorzaken:

- Extra inkomsten vanwege warmtelevering
- Een hogere SDE vergoeding voor de geproduceerde elektriciteit vanwege de warmtebenutting.

Co-vergisting in combinatie met biogas upgradering is op kleine schaal niet zonder meer haalbaar. Op een grotere schaal, bijvoorbeeld twee of vier keer zo groot, wordt vergisting met biogas upgradering (met name in het buitenland) wel toegepast. Daarnaast is het

---

mogelijk om meerdere kleinere vergistingsinstallaties op één upgrading installatie aan te sluiten. Vervolgens kan het ‘groene gas’ geïnjecteerd worden in het aardgas of toepast worden als transportbrandstof.

Pyrolyse is een veelbelovende technologie voor de upgrading van laagwaardige biomassa. Met pyrolyse kan deze biomassa opgewerkt worden in een hoogwaardiger, vloeibare brandstof. Op termijn kunnen hieruit hoogwaardiger componenten gewonnen worden. Deze technologie is nog niet voorbij de demonstratiefase. Indien de nieuwe pyrolyse fabriek in Hengelo een succes wordt, opent dit de deuren voor meer installaties.

Kansrijke locaties voor bio-energie in de regio zijn daarom te vinden op plaatsen waar een grote en stabiele warmtevraag is. In het rapport worden een twintigtal locaties (zwembaden, nieuwe industrieterreinen, woonwijken in aanbouw, en kassencomplexen) geïdentificeerd. Het is waarschijnlijk dat een groot gedeelte hiervan toch niet geschikt is om uiteenlopende redenen, zoals problemen met het bestemmingsplan, een instabiele warmtevraag, etc.

## 5.2

### Aanbevelingen

In deze studie is een overzicht gegeven van de beschikbare biomassa, initiatieven en kansen voor de regio. Aan de hand hiervan worden aanbevelingen gegeven met betrekking tot de grote kansen en mogelijkheden waar de regio aan kan werken. Daarnaast verdient het natuurlijk aanbeveling om de reeds – op projectniveau – geïdentificeerde kansen verder uit te werken. Deze paragraaf richt zich meer generiek op de kansen voor de regio met betrekking tot biomassa-technologie combinaties, locaties, innovatie, biomassa beschikbaarheid en op de rol van de regio.

#### *Biomassa-technologie combinaties*

Uit de beschikbaarheidsanalyse is gebleken dat er met name potentieel is bij mest, GFT, houtige biomassa en bij ‘moeilijke’ biomassastromen zoals bermgras en dijk- en slootmaaisel.

Voor mest en GFT is vergisting een goede mogelijkheid, ware het niet dat er diverse belemmeringen zijn, zoals gebrek aan warmteafzet, problemen met ruimtelijke ordening, etc. Om deze problemen het hoofd te bieden wordt daarom aanbevolen om krachtig in te zetten op vergisting, in combinatie met opwekking van groen gas. Dit kan namelijk kleinschalig plaatsvinden (meerdere vergisters, aangesloten op één upgrading station), en toepassing via injectie op het aardgasnet is in veel gevallen eenvoudiger dan benutting in een WKK in combinatie met nuttig gebruik van de warmte. Maatregelen die genomen kunnen worden zijn bijvoorbeeld het aanleggen van een biogas infrastructuur, het stimuleren van kleinschalige mestvergisting, etc. Deze maatregelen passen in de rol van de regio als facilitator en stimulator, en kunnen op termijn een grote impact hebben op de opgewekte hoeveelheid bio-energie.

Er zal voorlopig geen GFT vergistingcapaciteit bijgebouwd worden bij de VAR. Redenen hiervoor zijn de afnemende hoeveelheid GFT en de toegenomen verwerkingscapaciteit. Hierdoor staan de tarieven onder druk. Het stimuleren van GFT vergisting zal financiële

---

consequenties hebben en is dus een politieke keuze. Dit zal wel leiden tot een eenvoudige, en vrij risicoloze verhoging van de hoeveelheid geproduceerde energie uit biomassa. Recente initiatieven bij de VAR om GFT vergisting te combineren met algenkweek kunnen ook stimulerend werken op GFT vergisting, en verdienen nadere bestudering.

Bermgras en dijk- en slootmaaisel zijn momenteel ‘problematische’ stromen die niet voor bio-energie gebruikt worden. Oplossingen, bijvoorbeeld via vergisting, worden echter momenteel voorzichtig ontwikkeld, en zullen naar verwachting in de toekomst geschikt zijn voor implementatie. Aanbevolen wordt om deze ontwikkelingen te blijven volgen, en te implementeren wanneer dit mogelijk is.

Houtige biomassastromen zijn beschikbaar binnen de regio. Omdat de opwekkingscapaciteit echter beperkt is, wordt veel uitgevoerd naar locaties buiten de regio. Met het stimuleren van bio-WKK's binnen de regio worden meer houtige biomassastromen in de eigen regio benut.

#### *Locaties*

Uit de studie is naar voren gekomen dat warmteafzet cruciaal is voor veel bio-energie opties. Gebruik van de warmte welke geproduceerd wordt bij een bio-energie project zorgt voor een hoog totaalrendement en dus een efficiënt gebruik van grondstoffen.

Gebruik van warmte wordt aanzienlijk eenvoudiger indien er op nieuwe industrieterreinen en bij nieuwe woonwijken warmtenetten aangelegd worden. De regio kan deze infrastructurele voorziening op zich nemen. Een warmtenet is een lange termijn investering voor ongeveer 40-50 jaar, waarmee de regio een gunstig klimaat mee kan creëren voor mogelijke investeerders in een bio-energie centrale. Waar investeerders niet op dergelijke lange termijnen plannen, kan de overheid deze rol op zich nemen. Daarnaast is het te overwegen om warmtenetten in bestaande woonwijken aan te leggen, indien er mogelijkheden aanwezig zijn voor centrale energieopwekking in de buurt. Kosten van aanleg van warmtenetten in bestaande wijken zijn echter wel hoger dan wanneer er nieuwe wijken van een warmtenet voorzien worden.

Een uitgelezen kans is het nieuwe kassencomplex bij Voorst (zie tabel 44). De te verwachten warmtebehoefte is hier zeer groot, hetgeen goede mogelijkheden voor bio-energie kan bieden.

Het huidige beleid is erop gericht om grootschalige vergisting zoveel mogelijk op industrieterreinen te huisvesten. De grondprijs is hier echter hoog en drukt op de haalbaarheid van dergelijke projecten. Creatieve oplossingen, zoals het eerder genoemde kleinschalige vergisten in combinatie met groen gasproductie kunnen de implementatie versnellen.

#### *Innovatie*

Innovatie is zeer belangrijk voor de ontwikkeling van bio-energie. Omdat veel biomassa technologieën nog in de kinderschoenen staan, zijn er nog veel mogelijkheden tot verbeteringen. Stimulering van innovatie vindt echter momenteel al plaats op Europees, nationaal en provinciaal niveau. Het is de vraag of de regio hieraan kan en wil bijdragen. Daarnaast is het stimuleren van innovatie kostbaar en risicovol. Ondersteuning van

---

specifieke projecten kan uiteraard wel helpen, waarbij het aanbevolen wordt om hierbij samenwerking te zoeken met andere partijen die als taak hebben innovatie te stimuleren, zoals Senternovem of de provincie Gelderland.

#### *Biomassa beschikbaarheid*

Om het aandeel bio-energie te vergroten verdient het aanbeveling om de beschikbaarheid van biomassa te vergroten. Mogelijkheden hiervoor zijn bijvoorbeeld het stimuleren of mogelijk maken van het gebruik van tak- en tophout. Uit deze studie is namelijk gebleken dat een deel van het tak- en tophout achtergelaten moet worden vanwege instandhoudingsdoelstellingen, maar er is ook een deel van het tak- en tophout dat nu achtergelaten wordt uit kostenoverwegingen. Dit laatste deel zou benut kunnen worden voor energiedoelinden. Een andere mogelijkheid is het stimuleren van onderhoud van landschapselementen zoals houtwallen en singels. Het resulterende hout kan benut worden voor energieopwekking. Diverse projecten (o.a. van de agrarische natuurvereniging het Onderholt) laten zien dat dit mogelijk is.

#### *Rol van de Regio*

Een regionale bio-energie aanpak zorgt ervoor dat de noodzakelijke kennis niet zal versnipperen, en zal de coördinatie van grotere bio-energie projecten vergemakkelijken. Voor kleinere projecten, zonder regionale consequenties (bv. implementatie van pelletkachels), is een regionale aanpak niet opportuun. Echter, voor grotere projecten, welke invloed hebben op meerdere gemeenten, is een regionale aanpak wel wenselijk.

Er zijn drie biomassastromen geschikt om op regionaal niveau aan te pakken: Houtige biomassa, GFT en mest. Bermgras en dijk- en slootmaaisel leent zich ook voor een regionale aanpak als er bewezen technologieën beschikbaar zijn voor energieopwekking uit deze grondstoffen. Hoofdrede voor een regionale aanpak is dat de biomassa uit verschillende gemeenten zal komen. Een regionale aanpak, bijvoorbeeld in de vorm van een regionale 'makelaar' of 'biomassa-bedrijf', zal de slaagkans van bio-energie projecten vergroten, en kan voorkomen dat biomassastromen 'dubbel' ingezet worden.

Met betrekking tot GFT vergisting is een regionale aanpak zeer wenselijk, vooral ook omdat nu reeds de GFT regionaal verzameld en verwerkt wordt. Dit maakt deze aanpak effectiever en dus wenselijk.

- BTG (2008). Mogelijkheden voor de inzet van biomassa voor energie-opwekking in de MARN-regio, BTG, Enschede
- BTG (2003). Verkennend onderzoek naar mogelijkheden voor de inzet van bermgras in Overijssel voor duurzame energie-opwekking, BTG, Enschede
- BTG (2005) Energie uit biomassa, BTG, Enschede
- CBS, Informatie uit de "statline" database van het Centraal Bureau voor de Statistiek (verschillende jaartallen), [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl)
- Circulus Berkel milieu (2009), dhr. G. Weernink, persoonlijke communicatie
- Eder, B. and H. Schulz (2006). Biogas praxis. Freiburg, Okobuch.
- ECN, KEMA (2008), Technisch-economische parameters van duurzame energieopties in 2009-2010, ECN rapport ECN-E--08-066, ECN, Petten
- Ecofys (2007), Inventarisatie benutting reststoffen voor duurzame energieopwekking, Projectnummer PBIONL062831, Gemeente Apeldoorn
- Erbrink, J. J. and R. W. Smit (2003). inventarisatie warmtevraag voor decentrale bioWKK installaties. Utrecht, Kema.
- Kuiper, L. and S. d. Lint (2008). Binnenlands biomassa potentieel. Utrecht, Ecofys.
- MVO (2009).
- Natuurmonumenten (2009). Vorden.
- OrangeGas (2009).
- Raad van State (2007), Uitspraak wijzigingsplan ten behoeve van de bouw van een biomassavergistingsinstallatie op Texel (zaaknummer 200609161/1).
- Stichting IJssellandschap (2009), dhr. G. Visser, persoonlijke communicatie,
- Tamoil (2009).
- TNO-MEP (2001). De haalbaarheid van energieopwekking uit bermgras. EWAB Rapport, Utrecht, Senternovem
- VAR (2009), Hr. R. Broekhof, persoonlijke communicatie, Wilp
- Vis, M., (2002). Beschikbaarheid van reststromen uit de voedings- en genotmiddelenindustrie voor energieproductie.
- Waterschap Rijn en IJssel (2009), Hr. Willink, persoonlijke communicatie

---

Waterschap Veluwe (2009), Dhr. Beekhuis, persoonlijke communicatie, Apeldoorn.

## APPENDIX A: GEGEVENS PER GEMEENTE: APELDOORN

In deze appendix worden de resultaten met betrekking tot de beschikbaarheid, bestaande initiatieven en kansen voor de gemeente Apeldoorn weergegeven. Al deze informatie is direct afkomstig uit de hoofdtekst.

**Tabel A1** Inzamel en verwerkingsbedrijven actief per gemeente (gemeenten, 2009) (hoofdtekst: tabel 3)

Gemeenten	Uitvoerder onderhoud/verwerker
Apeldoorn	GNL

**Tabel A2** Groenafval (theoretische potentieel) (CBS, 2006) (hoofdtekst: tabel 4)

Gemeenten	Grof tuinafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Gemeentelijk groenafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Apeldoorn	2.328	4.967

**Tabel A3** Rooihout fruit- en boomkwekers (hoofdtekst: tabel 5)

	Rooihoutproductie van fruit [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Rooihoutproductie van boomkwekerijen [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Praktisch potentieel [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Rooihout [GJ] potentie
	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel		
Apeldoorn	424	212	272	34	246	2.214

(CBS, 2006; BTG, 2008)

**Tabel A4** Hout potentieel voor energieopwekking (theoretisch potentieel) (hoofdtekst: tabel 6)

Gemeenten	Dunningshout bos [ton/jaar]
Apeldoorn	16.689

(CBS, 2003)

**Tabel A5** Hoeveelheden A - B - en C – hout van particulieren in de regio Stedendriehoek (CBS 2007) (hoofdtekst: tabel 7)

Gemeenten	A - en B - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]	C - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Apeldoorn	2.018	155

**Tabel A6** GFT (hoofdtekst: tabel 9)

gemeenten	GFT (inwoner) [ton <sub>nb</sub> /jaar]	GFT totaal [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Apeldoorn	72	11.287

(CBS 2006; gemeenten 2009)

**Tabel A7** Mesthoeveelheden (hoofdstekst: tabel 10)

Gemeenten	Dunne mest varkens en rundvee [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Vaste mest rundvee [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Vaste mest kippen [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Dunne mest kippen [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Apeldoorn	342.889	6.209	5.092	102

(CBS 2007)

**Tabel A8** Initiatieven en installaties Apeldoorn (hoofdstekst: tabel 13)

Type	Locatie	Grootte	Initiatiefnemer	Status
Warmtenet voor biogas uit slib	Zuidbroek	2500 woningen	Waterschap Veluwe, Essent en gemeente Apeldoorn	Te realiseren
Energiecentrale op basis van verbranding biomassa	Ecofactorij Apeldoorn	300.000 ton pluimveemest en circa 80.000 ton overige biomassa. Thermisch vermogen circa 130 MW. De installatie levert ca 12 MW <sub>th</sub> en circa 33 Mwe.	Fibroned BV	Vergunning aangevraagd
Stimuleren biomassa natuur	Veluwe	n.v.t.	Creative biomassa foundation	Studiefase
Mest(co-)vergistingsinstallatie op boerderijschaal	Kleine Dijk 11	Capaciteit 33.000 ton/jr, waarvan 50% mest en 50% andere biomassastromen. 4,3 miljoen m <sup>3</sup> biogas/jr equivalent aan 2,5 miljoen m <sup>3</sup> groen aardgas.	Varkenshouderij A. Veldhuis, Kleine Dijk 11	Benodigde vergunningen voor vergister zijn verleend. Beoogde realisatie en inbedrijfstelling : 2010/2011
Centrale Mest(co-)vergistingsinstallatie	Ecofactorij	Capaciteit 150.000 – 200.000 ton/jr., waarvan ca 100.000 ton/jr. mest en 50.000 – 100.000 ton/jr. co-vergistingsmateriaal. Productie bij 150.0000 ton/jr. circa 19,5 miljoen m <sup>3</sup> biogas/jr.	LTO afdelingen Apeldoorn / Brummen / Heerde-Hattum en Voorst	Initiatief is in ontwikkeling. Beoogde realisatie 2012/2013.
Gas energievoorziening (opwerkingsinstallatie biogas) op basis van de vergistingsinitiatieven met (vergister Kleine Dijk en GFT-vergister VAR)	Ecofactorij	Capaciteit van 1000 m <sup>3</sup> /h groen gas voor injectie in het aardgasnet totale productie 6 miljoen m <sup>3</sup> opgewaardeerd biogas).	Gemeente Apeldoorn i.s.m. Coöperatie parkmanagement Ecofactorij	Haalbaarheidsstudie is in uitvoering. Beoogde realisatie in 2011/2012
Preaso Natte Oxidatiereactor Ondergrondse reactor (1200 meter diep)	Ecofactorij	Verwerking van o.a. vloeibare organische reststromen, (digestaten) uit vergisters. Ook geschikt voor mest "kraken" voor vergisting. Combinatie vergistingsinstallatie mogelijk.	Providentia Environment Solutions BV	Projectconcept voor de Ecofactorij in ontwikkeling / in onderzoek. Op de Ecofactorij is een optie genomen op een perceel. Beoogde realisatie 2012.
Hoenderloo energieneutraal	Hoenderloo	Betreft gebruik van biomassa voor de duurzame energievoorziening van Hoenderloo.	Buurtraad Hoenderloo i.s.m. gem. Apeldoorn	

VHP Ugchelen	Apeldoorn	Verbranding van ca 1000 ton/jaar aan katoenafval	Gemeente Apeldoorn heeft om LCA gevraagd omdat de hoeveelheid fijnstof zou kunnen toenemen.
Solidpack BV Loenen	Apeldoorn	Vervanging van warmteproductie met gas door bioWKK (1 MWe)	Quickscan in '09 voorzien.
Tuincentrum Loenen	Apeldoorn	Warmtevoorziening op basis van biomassa ketel	Haalbaarheidsonderzoek

**Tabel A9** Locaties met een grote warmtevraag in de regio Stedendriehoek (hoofdstuk: tabel 47)

Type	Naam	Locatie	Grootte	Status
<b>Apeldoorn</b>				
Nieuwbouwwijk	Zuidbroek	Apeldoorn	530 woningen / 1,06 miljoen m <sup>3</sup> aardgas/jaar	

## APPENDIX B: GEGEVENS PER GEMEENTE: BRUMMEN

In deze appendix worden de resultaten met betrekking tot de beschikbaarheid, bestaande initiatieven en kansen voor de gemeente Brummen weergegeven. Al deze informatie is direct afkomstig uit de hoofdtekst.

**Tabel B1** Inzamel en verwerkingsbedrijven actief per gemeente (gemeenten, 2009) (hoofdtekst: tabel 3)

Gemeenten	Uitvoerder onderhoud/verwerker
Brummen	Jaarcontract verwerking bij composteerder

**Tabel B2** Groenafval (theoretische potentieel) (CBS, 2006) (hoofdtekst: tabel 4)

Gemeenten	Grof tuinafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Gemeentelijk groenafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Brummen	127	1.207

**Tabel B3** Rooihout fruit- en boomkwekers (hoofdtekst: tabel 5)

	Rooihoutproductie van fruit [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Rooihoutproductie van boomkwekerijen [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Praktisch potentieel [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Rooihout [GJ] potentie
	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel		
Brummen	0	0	31	4	4	35

(CBS, 2006; BTG, 2008)

**Tabel B4** Hout potentieel voor energieopwekking (theoretisch potentieel) (hoofdtekst: tabel 6)

Gemeenten	Dunningshout bos [ton/jaar]
Brummen	1.497

(CBS, 2003)

**Tabel B5** Hoeveelheden A - B - en C – hout van particulieren in de regio Stedendriehoek (CBS 2007) (hoofdtekst: tabel 7)

Gemeenten	A - en B - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]	C - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Brummen	233	42

**Tabel B6** GFT (hoofdtekst: tabel 9)

gemeenten	GFT (inwoner) [ton <sub>nb</sub> /jaar]	GFT totaal [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Brummen	90	1.974

(CBS 2006; gemeente 2009)

**Tabel B7** Mesthoeveelheden (hoofdstekst: tabel 10)

<b>Gemeenten</b>	<b>Dunne mest varkens en rundvee [ton<sub>nb</sub>/jaar]</b>	<b>Vaste mest rundvee [ton<sub>nb</sub>/jaar]</b>	<b>Vaste mest kippen [ton<sub>nb</sub>/jaar]</b>	<b>Dunne mest kippen [ton<sub>nb</sub>/jaar]</b>
Brummen	191.822	3.724	4	0

(CBS 2007)

**Tabel B8** Initiatieven en installaties Brummen (hoofdstekst: tabel 14)

<b>Type</b>	<b>Lokatie</b>	<b>Grootte</b>	<b>Initiatiefnemer</b>	<b>Status</b>
Papierslibvergister. Leveren van groen gas aan papierindustrie	Brummen	onbekend	Bedrijf papierbranche	Quick scan naar verwachting in Oktober

**Tabel B9** Locaties met een grote warmtevraag in de regio Stedendriehoek (hoofdstekst: tabel 47)

<b>Type</b>	<b>Naam</b>	<b>Locatie</b>	<b>Grootte</b>	<b>Status</b>
<b>Brummen</b>				
Zwembad	Rhienderoord	Brummen	Twee ketels 195-225 kW en 250-285 kW. Jaarlijks verbruik onbekend	Bouwjaar 1991. Geen initiatieven
Zwembad	Coldenhove	Eerbeek	Buitenbad	Bestaand
Nieuwbouwwijk	Elzenbos	Brummen	700 woningen 1,4 miljoen m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Realisatie 2009-2019
Nieuwbouwwijk	Lombok	Eerbeek	350 woningen 700.000 miljoen m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Realisatie 2009-2019

## APPENDIX C: GEGEVENS PER GEMEENTE: DEVENTER

In deze appendix worden de resultaten met betrekking tot de beschikbaarheid, bestaande initiatieven en kansen voor de gemeente Deventer weergegeven. Al deze informatie is direct afkomstig uit de hoofdtekst.

**Tabel C1** Inzamel en verwerkingsbedrijven actief per gemeente (gemeenten, 2009) (hoofdtekst: tabel 3)

Gemeenten	Uitvoerder onderhoud/verwerker
Deventer	Deventer groenbedrijf

**Tabel C2** Groenafval (theoretische potentieel) (CBS, 2006) (hoofdtekst: tabel 4)

Gemeenten	Grof tuinafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Gemeentelijk groenafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Deventer	1.172	3.126

**Tabel C3** Rooihout fruit- en boomkwekers (hoofdtekst: tabel 5)

	Rooihoutproductie van fruit [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Rooihoutproductie van boomkwekerijen [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Praktisch potentieel [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Rooihout [GJ] potentie
	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel		
Deventer	49	24	86	11	35	316

(CBS, 2006; BTG, 2008)

**Tabel C4** Hout potentieel voor energieopwekking (theoretisch potentieel) (hoofdtekst: tabel 6)

Gemeenten	Dunningshout bos [ton/jaar]
Deventer	1.325

(CBS, 2003)

**Tabel C5** Hoeveelheden A - B - en C – hout van particulieren in de regio Stedendriehoek (CBS 2007) (hoofdtekst: tabel 7)

Gemeenten	A - en B - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]	C - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Deventer	2.540	293

**Tabel C6** GFT (hoofdtekst: tabel 9)

gemeenten	GFT (inwoner) [ton <sub>nb</sub> /jaar]	GFT totaal [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Deventer	85	8.500

(CBS 2006; gemeente 2009)

**Tabel C7** Mesthoeveelheden (hoofdstekst: tabel 10)

Gemeenten	Dunne mest varkens en rundvee [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Vaste mest rundvee [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Vaste mest kippen [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Dunne mest kippen [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Deventer	413.630	5.684	6.671	194

(CBS 2007)

**Tabel C8** Initiatieven en installaties Deventer (hoofdstekst: tabel 15)

Type	Lokatie	Grootte	Initiatiefnemer	Status
Warmtenet	Wijk Steenbrugge	1200 woningen	Biogas installatie Heeten, Essent	Oriënterende fase
Nog onbepaald. Inventarisatie mogelijkheden tot energie besparing	Deventer	1,2 miljoen m3 aardgas	Zwembad de Scheg, Stichting IJssellandschap	Oriënterende fase
Nieuwbouwwijk	Deventer, Spijkvoorderenk	370 – 400 woningen		Eerste duurzaamheidsscan uitgevoerd.
Onbekend	Centrum Bathmen			Duurzaamheidsmaatregelen worden uitgewerkt
Divers	Divers	Divers	Gemeente Deventer	Oprichting duurzaam dienstenbedrijf om duurzaamheidsmaatregelen te faciliteren
Biobrandstoffen	Deventer, Siemelinkweg		Texaco tankstation	Verkoop diverse biobrandstoffen
Houtgestookte cv	Lettele			Gebruik van biomassa voor stalverwarming

**Tabel C9** Locaties met een grote warmtevraag in de regio Stedendriehoek (hoofdstekst: tabel 47)

Type	Naam	Locatie	Grootte	Status
<b>Deventer</b>				
Zwembad/IJbaan	De Scheg	Deventer	1,2 miljoen m <sup>3</sup> aardgas	Verkennde studie energiebesparing
Zwembad (buitenbad)	Looërmark	Bathmen	Zonneboilers	Bestaand
Nieuwbouwwijk	Steenbrugge	Deventer	1200 woningen/2,4 miljoen m <sup>3</sup> aardgas	Realisatie vanaf 2011
Woonwijk	Spijkvoorderenk	Deventer	370-400 woningen	Verkennde studie
Woonwijk	Park Zandweerd	Deventer	450 woningen	Initiatieffase
Centrumgebied	Centrumplan Bathmen	Bathmen	58 woningen 2000 m <sup>2</sup> overige	Uitwerking stedenbouwkundigplan
Herstructurering Woonwijk	Keizerslanden	Deventer	Fasegewijs vernieuwen de komende 15 jaar	Vernieuwingsplannen in de maak door corporatie Ieder1
Herstructurering Woonwijk	Rivierenwijk (Vogelaarwijk)	Deventer	Fasegewijs vernieuwen de komende 15 jaar	Vernieuwingsplannen in de maak door corporatie Rentree

---

Woonwijk	Hoorwerk	Deventer	180 woningen	Bestemmingsplan gereed
Woonwijk	Wijtenhorst/Douwelerleide	Schalkhaar	280 woningen	Bestemmingsplan in voorbereiding
Wonen/werken	Havenkwartier	Deventer	300 woningen/werkfuncties	Opstellen ontwikkelplan VOSP
Industrieterrein	Bedrijvenpark A1	Deventer	90 ha	Bestemmingsplan in voorbereiding

---

## APPENDIX D: GEGEVENS PER GEMEENTE: EPE

In deze appendix worden de resultaten met betrekking tot de beschikbaarheid, bestaande initiatieven en kansen voor de gemeente Epe weergegeven. Al deze informatie is direct afkomstig uit de hoofdtekst.

**Tabel D1** Inzamel en verwerkingsbedrijven actief per gemeente (gemeenten, 2009) (hoofdtekst: tabel 3)

Gemeenten	Uitvoerder onderhoud/verwerker
Epe	Gemeentelijke groendienst verzamelt knip en snoeihout

**Tabel D2** Groenafval (theoretische potentieel) (CBS, 2006) (hoofdtekst: tabel 4)

Gemeenten	Grof tuinafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Gemeentelijk groenafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Epe	1.221	1.881

**Tabel D3** Rooihout fruit- en boomkwekers (hoofdtekst: tabel 5)

	Rooihoutproductie van fruit [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Rooihoutproductie van boomkwekerijen [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Praktisch potentieel [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Rooihout [GJ] potentie
	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel		
Epe	193	97	3.663	458	555	4.991

(CBS, 2006; BTG, 2008)

**Tabel D4** Hout potentieel voor energieopwekking (theoretisch potentieel) (hoofdtekst: tabel 6)

Gemeenten	Dunningshout bos [ton/jaar]
Epe	6.426

(CBS, 2003)

**Tabel D5** Hoeveelheden A - B - en C – hout van particulieren in de regio Stedendriehoek (CBS 2007) (hoofdtekst: tabel 7)

Gemeenten	A - en B - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]	C - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Epe	231	65

**Tabel D6** GFT (hoofdtekst: tabel 9)

gemeenten	GFT (inwoner) [ton <sub>nb</sub> /jaar]	GFT totaal [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Deventer	85	8.500

(CBS 2006; gemeente 2009)

---

**Tabel D7** Mesthoeveelheden (hoofdstekst: tabel 10)

<b>Gemeenten</b>	<b>Dunne mest varkens en rundvee [ton<sub>nb</sub>/jaar]</b>	<b>Vaste mest rundvee [ton<sub>nb</sub>/jaar]</b>	<b>Vaste mest kippen [ton<sub>nb</sub>/jaar]</b>	<b>Dunne mest kippen [ton<sub>nb</sub>/jaar]</b>
Epe	221.710	7.343	8.833	458

(CBS 2007)

**Tabel D8** Locaties met een grote warmtevraag in de regio Stedendriehoek (hoofdstekst: tabel 47)

<b>Type</b>	<b>Naam</b>	<b>Locatie</b>	<b>Grootte</b>	<b>Status</b>
Epe				
Zwembad/sportcentrum	De Koekoek	Vaassen	564 kW 170 - 200.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Nieuwbouw gepland. Grond hiervoor wordt opgeleverd in najaar 2009. Energievoorziening dmv houtgestookte ketel wordt overwogen.

---

## APPENDIX E: GEGEVENS PER GEMEENTE: LOCHEM

In deze appendix worden de resultaten met betrekking tot de beschikbaarheid, bestaande initiatieven en kansen voor de gemeente Lochem weergegeven. Al deze informatie is direct afkomstig uit de hoofdtekst.

**Tabel E1** Inzamel en verwerkingsbedrijven actief per gemeente (gemeenten, 2009) (hoofdtekst: tabel 3)

Gemeenten	Uitvoerder onderhoud/verwerker
Lochem	Loonbedrijf versnipper, verwerkt en zet af in Cuijk

**Tabel E2** Groenafval (theoretische potentieel) (CBS, 2006) (hoofdtekst: tabel 4)

Gemeenten	Grof tuinafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Gemeentelijk groenafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Lochem	267	1.902

**Tabel E3** Rooihout fruit- en boomkwekers (hoofdtekst: tabel 5)

	Rooihoutproductie van fruit [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Rooihoutproductie van boomkwekerijen [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Praktisch potentieel [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Rooihout [GJ] potentie
	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel		
Lochem	178	89	154	19	108	974

(CBS, 2006; BTG, 2008)

**Tabel E4** Hout potentieel voor energieopwekking (theoretisch potentieel) (hoofdtekst: tabel 6)

Gemeenten	Dunningshout bos [ton/jaar]
Lochem	1.874

(CBS, 2003)

**Tabel E5** Hoeveelheden A - B - en C – hout van particulieren in de regio Stedendriehoek (CBS 2007) (hoofdtekst: tabel 7)

Gemeenten	A - en B - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]	C - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Lochem	334	67

**Tabel E6** GFT (hoofdtekst: tabel 9)

gemeenten	GFT (inwoner) [ton <sub>nb</sub> /jaar]	GFT totaal [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Lochem	141	4.800

(CBS 2006; gemeente 2009)

**Tabel E7** Mesthoeveelheden (hoofdstekst tabel 10)

Gemeenten	Dunne mest varkens en rundvee [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Vaste mest rundvee [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Vaste mest kippen [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Dunne mest kippen [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Lochem	668.947	8.918	10.549	312

(CBS 2007)

**Tabel E8** Initiatieven en installaties Lochem (hoofdstekst: tabel 16)

Type	Locatie	Grootte	Initiatiefnemer	Status
Biogas tankstation	Lochem	Nog onbepaald. Leverancier biogas is ook onbepaald	Orange-gas	Oriënterende fase. Vergunning aangevraagd
Bioethanol tankstation	Lochem	20.000 liter	Tamoil	Oriënterende fase. Vergunning aangevraagd
Vergisting i.c.m. algenkweek	Lochem, Armhoede	Nog onbepaald		Oriënterende fase.

**Tabel E9** Locaties met een grote warmtevraag in de regio Stedendriehoek (hoofdstekst: tabel 47)

Type	Naam	Locatie	Grootte	Status
<b>Lochem</b>				
Zwembad	De Beemd	Lochem		Bestaand
Zwembad (buitenbad)	Leussinkbad	Laren		Bestaand
Zwembad (buitenbad)	De Berkel	Almen	33.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Bestaand
Zwembad (buitenbad)	De Boskoele	Gorssel	33.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Bestaand
Bedrijven terrein	Diekink	Lochem	20 ha / 13,9 miljoen m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Realisatie 2015
Bedrijven terrein	Stijgoord	Lochem	8 ha / 560.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Realisatie 2010-2012
Nieuwbouwwijk	hanzeweg	Lochem	180 - 200 woningen / 380.000 m <sup>3</sup> aardgas / jaar	2011 planklaar
Nieuwbouwwijk	Lochem Oost	Lochem	250 woningen / 500.000 m <sup>3</sup> aardgas / jaar	2015?

## APPENDIX F: GEGEVENS PER GEMEENTE: VOORST

In deze appendix worden de resultaten met betrekking tot de beschikbaarheid, bestaande initiatieven en kansen voor de gemeente Voorst weergegeven. Al deze informatie is direct afkomstig uit de hoofdtekst.

**Tabel F1** Inzamel en verwerkingsbedrijven actief per gemeente (gemeenten, 2009) (hoofdtekst: tabel 3)

Gemeenten	Uitvoerder onderhoud/verwerker
Voorst	Groendienst/Sociale werkplaats Delta

**Tabel F2** Groenafval (theoretische potentieel) (CBS, 2006) (hoofdtekst: tabel 4)

Gemeenten	Grof tuinafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Gemeentelijk groenafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Voorst	949	1.352

**Tabel F3** Rooihout fruit- en boomkwekers (hoofdtekst: tabel 5)

	Rooihoutproductie van fruit [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Rooihoutproductie van boomkwekerijen [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Praktisch potentieel [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Rooihout [GJ] potentie
	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel		
Voorst	1.311	655	132	16	672	6.047

(CBS, 2006; BTG, 2008)

**Tabel F4** Hout potentieel voor energieopwekking (theoretisch potentieel) (hoofdtekst: tabel 6)

Gemeenten	Dunningshout bos [ton/jaar]
Voorst	870

(CBS, 2003)

**Tabel F5** Hoeveelheden A - B - en C – hout van particulieren in de regio Stedendriehoek (CBS 2007) (hoofdtekst: tabel 7)

Gemeenten	A - en B - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]	C - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Voorst	368*	47*

\*schatting (geen gegevens beschikbaar bij het CBS)

**Tabel F6** GFT (hoofdtekst: tabel 9)

gemeenten	GFT (inwoner) [ton <sub>nb</sub> /jaar]	GFT totaal [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Voorst	177	4.197

(CBS 2006; gemeente 2009)

**Tabel F7** Mesthoeveelheden (hoofdstekst: tabel 10)

Gemeenten	Dunne mest varkens en rundvee [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Vaste mest rundvee [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Vaste mest kippen [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Dunne mest kippen [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Voorst	443.624	8.547	3.137	15

(CBS 2007)

**Tabel F8** Initiatieven en installaties Voorst (hoofdstekst: tabel 17)

Type	Locatie	Grootte	Initiatiefnemer	Fase
GFT vergister	Wilp	30.000 ton	VAR	Bestaande installatie
Verbrandingsinstallatie B-hout	Wilp	100.000 ton	VAR	On hold
Stortgas onttrekking	Wilp	1500MWh/jaar	VAR	Bestaande installatie
GFT vergister VAR. Mogelijk wordt het biogas getransporteerd naar de Ecofactorij (circa 3 km) voor eventuele opwerking naar aardgaskwaliteit.	Wilp	Capaciteit 60.000 ton GFT/jr. De vergister produceert 6 miljoen m <sup>3</sup> biogas/jr (na opwerking equivalent aan circa 3,5 miljoen m <sup>3</sup> aardgas).	VAR	Beoogde realisatie en inbedrijfstelling 2010/2011
Natte slib vergister (nattere niet BOOM-waardige organische reststromen)	Wilp/Wellicht Ecofactorij	Capaciteit 50.000 ton/jr . 5 miljoen m <sup>3</sup> biogas (na opwerking equivalent aan 2,9 miljoen m <sup>3</sup> aardgas). De toepassing van het biogas is nog niet duidelijk. Mogelijk wordt biogas op de Ecofactorij opgewerkt naar aardgaskwaliteit.	VAR	Beoogde realisatie 2012/2013
Houtkachel	Voorst	0,5 MW	Tuinderij	Concept plan ingediend
Houtgestookte cv	Voorst	1,4 MW	Krepel deuren	Bestaande installatie
Pelletkachel	Voorst	0,5 MW	Varkenshouder	Vergunning verleend
Studie naar energie mogelijkheden te realiseren kassencomplex	Voorst	Schatting 100 ha, waarvan 50 ha glas.	Prov. Gelderland. Uitvoerder LTO noord	Opstart fase
Vergistingsinstallatie	Terwolde		Loonwerker	On hold

**Tabel F9** Locaties met een grote warmtevraag in de regio Stedendriehoek (hoofdstekst: tabel 47)

Type	Naam	Locatie	Grootte	Status
<b>Voorst</b>				
Kassencomplex	Te realiseren	Voorst	50 ha / 23,7 miljoen m <sup>3</sup> aardgas/jaar	
Zwembad	De Schaek	Twello		
Nieuwbouwwijk	Uitbreiding Kern	Voorst	200 woningen / 400.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar	

## APPENDIX G: GEGEVENS PER GEMEENTE: ZUTPHEN

In deze appendix worden de resultaten met betrekking tot de beschikbaarheid, bestaande initiatieven en kansen voor de gemeente Zutphen weergegeven. Al deze informatie is direct afkomstig uit de hoofdtekst.

**Tabel G1** Inzamel en verwerkingsbedrijven actief per gemeente (gemeenten, 2009) (hoofdtekst: tabel 3)

Gemeenten	Uitvoerder onderhoud/verwerker
Zutphen	Bruins & Kwast composteert. Contractduur is 3 jaar

**Tabel G2** Groenafval (theoretische potentieel) (CBS, 2006) (hoofdtekst: tabel 4)

Gemeenten	Grof tuinafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Gemeentelijk groenafval [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Zutphen	752	2.490

**Tabel G3** Rooihout fruit- en boomkwekers (hoofdtekst: tabel 5)

	Rooihoutproductie van fruit [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Rooihoutproductie van boomkwekerijen [ton <sub>nb</sub> /jaar]		Praktisch potentieel [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Rooihout [GJ] potentie
	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel	Theoretisch potentieel	Praktisch potentieel		
Zutphen	0	0	5	1	1	5

(CBS, 2006; BTG, 2008)

**Tabel G4** Hout potentieel voor energieopwekking (theoretisch potentieel) (hoofdtekst: tabel 6)

Gemeenten	Dunningshout bos [ton/jaar]
Zutphen	82

(CBS, 2003)

**Tabel G5** Hoeveelheden A - B - en C – hout van particulieren in de regio Stedendriehoek (CBS 2007) (hoofdtekst: tabel 7)

Gemeenten	A - en B - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]	C - hout [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Zutphen	658	141

**Tabel G6** GFT (hoofdtekst: tabel 9)

gemeenten	GFT (inwoner) [ton <sub>nb</sub> /jaar]	GFT totaal [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Zutphen	67	3.021

(CBS 2006; gemeente 2009)

**Tabel G7** Mesthoeveelheden (hoofdstekst: tabel 10)

Gemeenten	Dunne mest varkens en rundvee [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Vaste mest rundvee [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Vaste mest kippen [ton <sub>nb</sub> /jaar]	Dunne mest kippen [ton <sub>nb</sub> /jaar]
Zutphen	65.000	924	1.705	66

(CBS 2007)

**Tabel 20** Initiatieven en installaties Zutphen (hoofdstekst: tabel 18)

Type	Lokatie	Grootte	Initiatiefnemer	Status
Houtverbrandingsinstallaties	Regio Achterhoek	3000 ton chips/jaar	Het Onderholt	Bestaande installatie
Biogas installatie	Zutphen woonwijk Noorderhaven	onbekend	GMB slijbverwerking	Te realiseren
Bio-WKK	Leesten	360 ton hout chips/jaar	Oldenhave palletfabriek	Bestaande installatie
Biomassa centrale en warmtenet	De Mars	onbepaald	gemeente Zutphen, provincie Gelderland	Te realiseren

**Tabel G9** Locaties met een grote warmtevraag in de regio Stedendriehoek (hoofdstekst: tabel 47)

Type	Naam	Locatie	Grootte	Status
<b>Zutphen</b>				
Zwembad	Graaf Ottobad	Warnsveld		
Bedrijventerrein	De Revelhorst	Zutphen	630-790.000 m <sup>3</sup> aardgas/jaar	In realisatie
Herontwikkeling Bedrijventerrein	De Mars	Zutphen	130 ha / 286 TJ/jaar	Duurzame energievoorziening wordt overwogen. Voltooiing 2020
Nieuwbouwwijk	Noorderhaven	Zutphen	1000 woningen / 2 miljoen m <sup>3</sup> aardgas/jaar	Vanaf 2012