

# **BUSINESS CASE BIOMASSA BEEKBERGSE POORT**

Leen Kuiper  
Michèle Koper  
Marc Vonk  
Berry Meuleman

**Januari 2008**

Copyright Ecofys 2008

Projectnummer: PBIONL071163

## **Inhoudsopgave**

---

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1      | Regio Beekbergse Poort   | 1         |
| 1.2      | Opbouw rapport   | 3         |
| 1.3      | Probleemstelling   | 3         |
| 1.4      | Conversiegetallen  | 4         |
| <b>2</b> | <b>Biomassa potentieel</b>                                       | <b>5</b>  |
| 2.1      | Methodiek  | 5         |
| 2.2      | Huidige beschikbaarheid  | 5         |
| 2.2.1    | Gereguleerde stromen   | 5         |
| 2.2.2    | Overige biomassastromen  | 6         |
| 2.3      | Randvoorwaarden voor mobilisatie van huidige biomassa potentieel | 8         |
| <b>3</b> | <b>Aanwezige waarden</b>   | <b>11</b> |
| 3.1      | Algemeen   | 11        |
| 3.1.1    | Recreatieve waarden  | 11        |
| 3.1.2    | Cultuurhistorische en landschappelijke waarden                   | 12        |
| 3.1.3    | Ecologische waarden  | 17        |
| 3.1.4    | Economische waarden  | 21        |
| 3.2      | Samenvatting waarden   | 21        |
| <b>4</b> | <b>Toekomstige beschikbaarheid</b>                               | <b>17</b> |
| 4.1      | Methodiek  | 17        |
| 4.2      | Beleid en visie terreinbeheerders                                | 18        |
| 4.3      | Toekomstige beschikbaarheid                                      | 20        |
| <b>5</b> | <b>Karakterisering biomassa</b>                                  | <b>23</b> |
| 5.1      | Kwaliteit biomassastromen  | 23        |
| 5.2      | Seizoenspatroon biomassa-inzameling                              | 24        |
| 5.3      | Kosten/opbrengsten   | 25        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>6</b> | <b>Thermische conversiemogelijkheden</b>                    | <b>26</b> |
| 6.1      | Inleiding thermische conversiemogelijkheden                 | 26        |
| 6.2      | Houtchipboilers ter vervanging van fossiel gestookte ketels | 27        |
| 6.3      | Biomassa centrale Deventer                                  | 29        |
| 6.4      | Bio-energiecentrale De Mars                                 | 31        |
| <br>     |   |           |
| <b>7</b> | <b>Analyse van synergie- en knelpunten</b>                  | <b>21</b> |
| 7.1      | Huidige beschikbaarheid biomassa                            | 21        |
| 7.2      | Toekomstige beschikbaarheid                                 | 22        |
| 7.3      | Samenvatting totale biomassa potentieel                     | 22        |
| 7.4      | Analyse van synergie- en knelpunten                         | 22        |
| 7.5      | Hebben we een businesscase?                                 | 23        |
| <br>     |   |           |
| <b>8</b> | <b>Conclusies en aanbevelingen</b>                          | <b>26</b> |
| 8.1      | Conclusies  | 26        |
| 8.2      | Aanbevelingen   | 27        |
| <br>     |   |           |
|          | <b>Referenties</b>  | <b>28</b> |
| <br>     |   |           |
|          | <b>Bijlagen</b>   | <b>30</b> |
| <br>     |   |           |
|          | <b>Bijlage 1: Bos en natuur huidig en gepland</b>           | <b>31</b> |
| <br>     |   |           |
|          | <b>Bijlage 2: Projectie kaart</b>                           | <b>32</b> |

# 1 Inleiding

---

*In deze studie is gekeken naar de mogelijkheden voor het gebruik van biomassa voor energieopwekking in de regio Beekbergse Poort. Hierbij is rekening gehouden met de verschillende waarden in het gebied en de bestaande mogelijkheden voor biomassateelt. In dit inleidende hoofdstuk wordt de locatie van het projectgebied en de opbouw van het rapport aangegeven.*

## 1.1 Regio Beekbergse Poort

De Beekbergse poort is een ecologische poort tussen het Centraal Veluws Natuurgebied en de IJssel. Het gebied beslaat een lange zone langs beken en sprengen begrensd door de Veluwe, ten zuiden van Apeldoorn doorlopend tot aan de IJssel. De Beekbergse Poort is een afwisselend gebied, met name door de overgangen van hogere zandgronden naar lagere beekdalen en dus van droog naar nat. Het kenmerkt zich door een kleinschalig cultuurlandschap afgewisseld met grotere en kleine bos- en natuurgebieden.

De totale oppervlakte van de Beekbergse Poort is 8.389 hectare. Hiervan wordt naar schatting 10% ingenomen door wegen, waterlopen, erfverharding en bebouwing (ongeveer 839 hectare) en er is 3.835 hectare bos aanwezig. De landbouw neemt 3716 ha in.

| Grondgebruik       | Opp. (ha) | %   |
|--------------------|-----------|-----|
| Hele gebied        | 8389      | 100 |
| Bos en natuur      | 3835      | 46  |
| Landbouw           | 3716      | 44  |
| Wegen en bebouwing | 839       | 10  |

Een overzicht van de regio Beekbergse Poort is weergegeven in Figuur 1, waarbij met een rode lijn de omgrenzing van het gebied is afgebakend.



Figuur 1 Overzichtskaart Beekbergse Poort

## 1.2 Opbouw rapport

Deze verkennende studie heeft als doel het analyseren van het potentieel aan biomassa dat beschikbaar is (of zou kunnen komen) voor energiedoeleinden binnen de regio Beekbergse Poort en nagaan of bij het gebruik van deze biomassa knelpunten kunnen ontstaan met betrekking tot de huidige waarden in het gebied, dan wel of ze de aanwezige waarden zouden kunnen versterken. De studie is toegespitst op drie onderdelen, namelijk (1) een inschatting van de beschikbare hoeveelheid biomassa nu en in de toekomst; (2) een analyse van de invloed van bestaande waarden in het gebied op dit biomassapotentieel en (3) het perspectief van de belangrijkste stakeholders. Tevens is een korte studie naar enkele thermische conversiemogelijkheden verricht.

Het rapport is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 vat de huidige beschikbaarheid aan biomassa samen en geeft een overzicht van de randvoorwaarden die bij de mobilisatie van dit biomassapotentieel gelden, vanuit het perspectief van de belangrijkste terreinbeherende organisaties; dus hoe zij hier tegen aan kijken en waar ze op zouden kunnen aanhaken.
- Hoofdstuk 3 geeft een analyse van de bestaande waarden in het gebied en de mogelijke impact van deze waarden op het biomassa potentieel.
- Hoofdstuk 4 geeft een inschatting van het toekomstige potentieel aan biomassa.
- Hoofdstuk 5 beschrijft in het kort de kwaliteit, seizoensgebondenheid en kosten/opbrengsten van de oogst van biomassa.
- Hoofdstuk 6 analyseert drie concrete mogelijkheden voor thermische verwerking van de biomassa. in het projectgebied.
- Hoofdstuk 7 analyseert de synergie- en knelpunten, geïdentificeerd in de voorgaande hoofdstukken.
- In hoofdstuk 8 worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

## 1.3 Probleemstelling

Voor de beoordeling van de haalbaarheid van de inzet van biomassa voor een duurzame energievoorziening, is het allereerst van belang te weten hoeveel biomassa er beschikbaar is in het gebied. Binnen dit project is gekeken naar de huidige en toekomstige beschikbaarheid van (vaste) biomassa voor thermische verwerking in het projectgebied de Beekbergse Poort. Deze beschikbaarheid is vervolgens in verband gebracht met de aanwezige waarden in het gebied om inzichtelijk te kunnen maken of de oogst van biomassa eventueel zou kunnen bijdragen aan de natuurontwikkeling in dit gebied. Daarnaast is er gekeken naar concrete zaken als kwaliteit, kosten en seizoensgebondenheid van het biomassa-aanbod, omdat dit mede invloed heeft op de mogelijkheden voor thermische verwerking. Tot slot is door middel van interviews met de belangrijkste terreinbeherende organisaties een indruk verkregen wat hun belangen zijn en hoe zij aankijken tegen het idee dat de ontwikkeling en het beheer van natuur en landschap gefinancierd zou kunnen worden door de inzet van biomassa voor duurzame energie.

De centrale (en tevens open) vraagstelling was of er een reële business case is voor de inzameling en het gebruik van biomassa voor duurzame energie in de regio Beekbergse Poort en of dit zou kunnen bijdragen aan de natuurontwikkeling in dit gebied. Het is daarbij de vraag of er genoeg economische legitimatie is om een biomassaverwerkingsketen in de Beekbergse Poort te gaan opzetten; of er voldoende lokaal draagvlak is om dit te doen en welke partijen eventueel geïnteresseerd zijn om hierbij betrokken te zijn.

#### 1.4 Conversiegetallen

Binnen de bos- en houtsector wordt meestal in  $m^3$  (vers) rondhout inclusief bast gerekend, wat aangeduid wordt met de term "werkhout". Dit is de doorgaande stam (de spil) minus het topje van de boom. Bij naaldbomen wordt de stam afgetopt op bijvoorbeeld 10 cm dikte. Deze top heeft een volume van ongeveer 5% van het totale spilhoutvolume.

Werkhout = spilhout – tophout

De kroon van een boom bestaat voornamelijk uit takken en bladeren of naalden. Het houtige deel van de kroon (de takken) heeft een volume dat overeenkomt met ongeveer 20% van het spilhoutvolume. Dus de totale hoeveelheid bovengrondse biomassa is: werkhout + tophout + kronenhout = 1,2 x spilhout.

1  $m^3$  vers rondhout, of indien versnipperd, teruggerekend naar 1  $m^3$  rondhoutequivalenten, heeft een massa van ongeveer 1 ton. Naaldhout is iets lichter en loofhout over het algemeen iets zwaarder, maar gemiddeld genomen kan 1  $m^3$  vers hout worden vervangen door 1 ton vers hout. 1 ton vers hout bevat een halve ton droge stof (de andere helft is water).

Voor energetische toepassingen is de verbrandingswaarde van het hout van belang. 1  $m^3$  (of ton) vers hout heeft een verbrandingswaarde van 9 GJ/ton. 1 ton oven-droog hout heeft een verbrandingswaarde van 18 GJ/ton.

Indien 1  $m^3$  rondhout (of het rondhoutequivalent aan takken) versnipperd wordt, dan heeft deze biomassa een volume van 3  $m^3$  los gestorte houtsnippers. Die 3  $m^3$  snippers wegen nog steeds 1 ton en hebben een energie-inhoud van 8 GJ/ton. Het te transporteren volume is echter 3 maal zo groot geworden ten opzichte van het transport van massief rondhout<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> 1  $m^3$  gestapelde stammen (stère) bevatten nog heel wat lucht tussen de stammen en is dus niet hetzelfde als 1  $m^3$  rondhoutequivalent, dat een maat is voor een massief  $m^3$  hout. De exacte omrekenings-factor. is afhankelijk van tal van aspecten zoals lengte, gemiddelde diameter, wijze van stapeling, rechtheid van het hout e.d. gemiddels genomen is 1 stère = 0.65  $m^3$  rondhoutequivalenten. Bron: <http://www.avih.nl/antwoorden/stere.htm>

## **2 Biomassa potentieel**

---

*Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van een analyse die door Probos gemaakt is van het huidige potentieel aan beschikbare biomassa voor thermische verwerking. Hierbij wordt tevens aangegeven wat de randvoorwaarden zijn voor mobilisatie van dit potentieel vanuit het perspectief van de belangrijkste stakeholders (dus bekeken vanuit hun doestellingen en belangen).*

### **2.1 Methodiek**

De huidige beschikbaarheid van biomassa binnen en buiten bosverband is onderzocht door middel van interviews met terreinbeheerders in het projectgebied. Hen is gevraagd aan te geven hoeveel er jaarlijks aan biomassa in de vorm van houtige biomassa, maaisel uit bermen en andere droge biomassa beschikbaar komt. Er is onder andere gesproken met vertegenwoordigers van Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, de bosgroep Midden-Nederland en met de directeur van de Algemene Vereniging Inlands Hout. Tevens is er gesproken met de belangrijkste beheerders van bos- en natuurterreinen in de Beekbergse Poort: Waterschap Veluwe, Natuurmonumenten Oost Veluwe, gemeente Apeldoorn, gemeente Voorst en de gemeente Brummen.

Van de beschikbare hoeveelheid overige vaste biomassa uit het gebied, namelijk biomassa afkomstig van terreinen van particulieren en van agrarische bedrijven, is een inschatting gemaakt op basis van een steekproef. Om de concrete hoeveelheid biomassa die vrijkomt uit het reguliere beheer van bos- en natuurterreinen te kunnen verifiëren, zijn enkele loonwerkers geïnterviewd, die zijn aangesloten bij de AVIH: Algemene Vereniging Inlands Hout.

### **2.2 Huidige beschikbaarheid**

#### **2.2.1 Gereguleerde stromen**

Om een inschatting te kunnen maken van de beschikbare hoeveelheid biomassa in het gebied is in eerste plaats beoordeeld welke biomassa op dit moment beschikbaar is en in hoeverre deze biomassa gemobiliseerd kan worden. Bij deze beoordeling zijn de verschillende soorten vaste biomassa geclassificeerd naar het type landschapselement en naar type beheerder/eigenaar. In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de mate van beschikbaarheid van biomassa bij verschillende typen beheerders.



Tabel 1 Overzicht beschikbaarheid en type biomassa van verschillende typen beheerders

| Type beheerder of eigenaar                              | Soort biomassa         | Landschapselement                                    | Mate van beschikbaarheid   |
|---|------------------------|--|--|
| Particuliere beheerders                                 | Houtachtige biomassa   | Erfbeplanting, Houtwallen/singels                    | Moeilijk beschikbaar door het zeer gefragmenteerde onderhoud.  |
|   | Gras en overig maaisel | Tuinen, bermen etc.                                  | Niet beschikbaar   |
| Gemeenten   | Houtachtige biomassa   | Lanen  | Goed beschikbaar   |
|   | Gras en overig maaisel | Bermen   | Goed beschikbaar   |
| Overige terreinbeheerders, Natuurmonumenten, waterschap | Houtachtige biomassa   | Houtwallen, singels lanen en kleine bosjes (<0,5 ha) | Matig goed beschikbaar, wordt voor een deel afgezet op de reguliere houtmarkt of voor natuurontwikkeling achtergelaten op het terrein. |
|   | Gras en overig maaisel |  | Zeer goed beschikbaar  |
|   | Slootmaaisel           |  | Zeer goed beschikbaar  |

In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de hoeveelheid biomassa die op dit moment beschikbaar is bij de belangrijkste terreinbeheerders, opgedeeld in houtige biomassastromen en in berm- en slootmaaisel.

Tabel 2 Huidige biomassastromen bij de verschillende grote beheerders in het projectgebied

|                    | Tak- en snoeihout (vers) | Bermmaaisel (vers) | Slootmaaisel (vers) |
|--------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|
| Gemeente Voorst    | 100 ton                  | 200 ton            | 1530 ton            |
| Gemeente Apeldoorn | 15 ton                   | 60 ton             | 40 ton              |
| Waterschap         | 0                        | 160 ton            | 200 ton             |
| Natuurmonumenten   | 200 ton                  | 200 ton            | Geen data           |
| Totaal             | <b>315 ton</b>           | <b>620 ton</b>     | <b>1.770 ton</b>    |

### 2.2.2 Overige biomassastromen

De categorie “overige biomassastromen” in het agrarische gebied is in deze inventarisatie beperkt tot houtige biomassa afkomstig van het onderhoud van bomenrijen, lanen, houtwallen, singels en erfbeplantingen. Momenteel is de oogst en mobilisering van biomassa uit landschappelijke elementen die worden beheerd door particulieren en boeren verre van optimaal georganiseerd. Veel van deze elementen kennen achterstallig onderhoud en de meeste eigenaren en beheerders geven aan dat de kwaliteit van de beplanting gebaat zou zijn bij regelmatig onderhoud (zoals het snoeien van overhangende takken, verwijderen

van dood hout en uitdunnen van de beplanting). Dit is een typisch voorbeeld van het positief samengaan van natuurdoelstellingen en de oogst van biomassa.

Om een beeld te krijgen van de hoeveelheid biomassa die vrij zou kunnen komen uit particulier bos- en natuurbeheer is steekproefsgewijs geïnventariseerd, gebruik makend van beschikbare kaarten en luchtfoto's. Alle gebieden die buiten het bos vallen, zijn bekeken en er is op basis van type verkaveling een aantal gebieden aangewezen die zijn bemonsterd. Voor het landgebruik in de Beekbergse Poort is aangenomen dat 10% van het oppervlak in beslag wordt genomen door bebouwing, wegen, erfverharding, waterlopen en ander water. Om van het overige deel een goed onderbouwde schatting te kunnen maken is een steekproef genomen. Van het overblijvende areaal is 7% bemonsterd door middel van proefcirkels (zie bijlage 1). De locatie en grootte van de proefcirkel is bepaald aan de hand van het verkavelingspatroon om er voor te zorgen dat alle typen verkaveling evenredig naar oppervlak zijn bemonsterd. Er is geen onderzoek gedaan naar de betrouwbaarheid van de steekproef. De resultaten geven een zo goed mogelijke inschatting van het potentieel aan beschikbare houtige biomassa uit landschappelijke beplantingen en erfbeplantingen.

Om de inventarisatiegegevens te kunnen kwantificeren, is gebruik gemaakt van informatie die is afgeleid van een aantal onderhoudsprojecten uitgevoerd door een loonwerker. Deze getallen zijn daarna geverifieerd met enkele andere aannemers die zijn aangesloten bij de AVIH. Voor bomenrijen en lanen ouder dan 40 jaar is aangenomen dat de bomen gemiddeld op 5 meter afstand geplant zijn. Oogst van houtige biomassa bedraagt 50 kg/boom/jaar. Dit is gelijk aan 10 kg biomassa/strekkende meter voor bomenrijen en 20 kg/strekkende meter voor lanen. Voor houtwallen, singels en erfbeplantingen vanaf 10 jaar oud is een gemiddelde breedte van 4 meter aangehouden. De hoeveelheid te oogsten biomassa bedraagt in dit geval 8 kg/m<sup>2</sup>/jaar. Dit komt overeen met 32 kg/strekkende meter beplanting.

De resultaten van deze analyse van het huidige beschikbare potentieel aan houtige biomassa uit particulier beheer zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 Beschikbaar potentieel houtige biomassa van particulieren

| <b>Landschapselementen in beheer bij particulieren.</b>                         |           |                |             |                        |
|---|-----------|----------------|-------------|------------------------|
| A. Oppervlakte projectgebied totaal   |           |                |             | 8.389 ha               |
| B. Oppervlakte bos  |           |                |             | 3.835 ha               |
| C. Oppervlakte areaal met landschappelijke beplantingen.                        |           | 10%            |             | 839 ha                 |
| D. Oppervlak agrarisch gebied met landschappelijke elementen en erfbeplantingen |           | <b>D=A-B-C</b> |             | <b>3717 ha</b>         |
| <b>Resultaten van de steekproef</b>   |           |                |             |                        |
| Oppervlak proefplots  | 264,60 ha |                |             |                        |
| Bomenrijen  | 3378,2 m  | 12,77 m/ha     | 47.466,09 m | 474,7 ton (vers)       |
| Lanen   | 1320,7 m  | 4,99 m/ha      | 18.547,83 m | 370,9 ton (vers)       |
| Houtwal, singel, erf  | 2094,0 m  | 7,91 m/ha      | 29.401,47m  | 940,8 ton (vers)       |
| Totaal potentieel beschikbare houtige biomassa.                                 |           |                |             | <b>1786 ton (vers)</b> |

### 2.3 Randvoorwaarden voor mobilisatie van huidige biomassa potentieel

Hout dat vrijkomt uit het beheer van landschapselementen in het overwegend agrarische gebied kan beschikbaar komen voor energetische toepassingen mits wordt voldaan aan een aantal randvoorwaarden (Tabel 4). In deze tabel staat tevens aangegeven wat mogelijke oplossingsrichtingen zijn om tegemoet te komen aan deze randvoorwaarden, alsmede een inschatting van de haalbaarheid met een schaal van 1 tot 10 (1 = onhaalbaar; 10 = zeer goed haalbaar).

Tabel 4 Randvoorwaarden voor beschikbaarheid huidige biomassa potentieel plus inschatting van de haalbaarheid (H)

| Randvoorwaarde   | Oplossingsrichting   | H |
|--|--|---|
| Bereikbaarheid voor de eigenaar/beheerder over andermans grond tijdens onderhoudswerkzaamheden, moet zonder problemen te realiseren zijn.                                | Dit vergt enige inspanning op het gebied van communicatie, planning en coördinatie maar is niet onoplosbaar.   | 6 |
| Onderhoud van landschapselementen in beheer bij kleine particulieren moet centraal gecoördineerd worden.   | Voor de coördinatie van het beheer bij kleine particulieren is een centraal aangestuurde organisatie noodzakelijk. Dit is in den lande op verschillende manieren al georganiseerd.   | 7 |
| Voor de kleine ongeregelde stroom houtige biomassa die nu richting de stookhoop, de compostbult of de groenbak gaat, moet een georganiseerde inzameling worden geregeld. | Dit kan op gemeentelijk niveau worden opgelost, middels het reguliere ophaal systeem. Er kan bijvoorbeeld een jaarlijkse snoeiafval actie georganiseerd worden waarbij alle snoeiafval apart wordt opgehaald. Particulieren kunnen worden aangespoord om meer groenafval naar gemeentewerven te brengen. | 8 |
| Natuurbeheerders moeten bereid zijn hout af te voeren uit de kleine landschapselementen.   | Dit is minder makkelijk op te lossen aangezien dit vaak mede door het beleid wordt bepaald. Vaak staan ook praktische bezwaren in de weg, zoals een moeilijke toegankelijkheid tot deze landschapselementen en de vaak hoge kosten die met de afvoer van de biomassa gemoeid zijn.                       | 4 |

Over het algemeen zijn particulieren en agrarische ondernemers best bereid om hun bomenrijen, lanen, houtwallen, singels en erfbepantingen regelmatig te onderhouden en het daarbij vrijkomende hout een energetische bestemming te geven. Dat dit tot dusverre in onvoldoende mate gebeurt, hangt samen met het feit dat de oogst en transport van houtige biomassa regionaal nog nauwelijks gecoördineerd wordt en voor de terreinbeheerder “een hoop gedoe” met zich mee brengt. Aannemers in de bos- en houtsector zijn er echter klaar voor om deze coördinerende rol op zich te nemen, mits er een goede afzetmogelijkheid in de regio ontstaat. Die afzetmogelijkheid is er nog nauwelijks: alleen in de groencompostering kan een deel van de vrijkomende houtige biomassa worden verwerkt. Wanneer het om grote partijen snoeihout gaat, wordt soms het bedrijf Biomassastroomlijn BV benaderd. Dit bedrijf plaatst dan een lege container en komt deze weer ophalen als deze vol is. Desgewenst neemt dit bedrijf ook het verchippen voor haar rekening, waarna de houtsnippers naar de bio-energiecentrale in Cuijk worden gebracht. De terreineigenaar krijgt dan meestal nauwelijks een vergoeding voor zijn aangeboden biomassa.

Een lastiger te beïnvloeden punt is de innerlijke houding van de terreinbeheerders ten opzichte van de (extra) oogst van biomassa: tot dusverre zijn zij door de directie van hun ei-

gen organisaties aangespoord om zoveel mogelijk dood hout te laten staan en te laten liggen en om de aanwezige bomen dik en oud te laten worden, omdat daarmee de grootste biodiversiteit en belevingswaarde gepaard gaat. Het zal een omzwaai in mentaliteit vereisen (en dus de nodige voorlichting en aanpassing van beleidsdoelen) om de terreinbeheerders te overtuigen van de wenselijkheid om meer hout te oogsten en om ze allemaal met de neus in dezelfde biomassarichting te krijgen.

### **3 Aanwezige waarden**

---

*Dit hoofdstuk geeft aan wat de belangrijkste aanwezige waarden zijn in het regio Beekbergse Poort en wat de mogelijke impact is van de oogst van biomassa op deze bestaande waarden.*

#### **3.1 Algemeen**

Geredeneerd vanuit de stelling dat bepaalde waarden in het gebied de oogst en inzameling van biomassa positief dan wel negatief kunnen beïnvloeden, zijn de waarden die een effect zouden kunnen hebben op de oogst van biomassa in kaart gebracht. Bij elk type waarden is een waardekaart toegevoegd om de verspreiding in het gebied aan te geven.

We hebben de volgende waarden onderscheiden, die mogelijk van invloed zijn op de beschikbaarheid van biomassa binnen het projectgebied:

- Recreatieve waarden
- Cultuurhistorische en landschappelijke waarden
- Ecologische waarden
- Economische waarden

##### **3.1.1 Recreatieve waarden**

Voor recreatie en de recreatiesector meest waardevolle landschapstypen, landschapselementen en landgebruiksvormen in het gebied zijn:

- Bos
- Kleinschalig landschap
- Water, plassen, beken en rivieren
- Open landschappen uiterwaarden
- Overige zoals golfbanen, campings, bungalowparken en andere recreatievoorzieningen

Als deze elementen als vlakken ingekleurd worden op de overzichtskaart van het projectgebied, dan kan worden geconstateerd dat het gehele gebied als recreatief waardevol kan worden beschouwd. De recreatieve waarde is erg subjectief maar wordt voornamelijk bepaald door variatie in het landschap. Het gebied van de Beekbergse Poort biedt in dat opzicht voor ‘elk wat wils’ en kan in zijn geheel als waardevol aangemerkt worden.

In relatie tot de beschikbaarheid van biomassa voor energieopwekking hebben deze recreatieve waarden in het gebied geen negatieve invloed en kunnen in de toekomst zelfs een positief effect hebben. Gelet op het feit dat biomassa voor energieopwekking, binnen de kaders van dit onderzoek, voornamelijk komt uit reststromen en bijproducten uit het onderhoud van het landschap, betekent dit concreet dat als de recreatieve waarden van het gebied in acht worden genomen en naar versterking van deze waarden wordt gestreefd, er

zal worden toegewerkt naar het onderhoud dan wel herstel van bestaande landschapselementen en de aanleg van nieuwe landschapselementen. Dit levert voor de biomassa beschikbaarheid en de natuurbeleving een win-win situatie op. Bovendien kunnen bepaalde recreatieve voorzieningen zoals fietspaden en parkeerplaatsen zodanig worden aangelegd dat ze tevens een rol kunnen vervullen bij de afvoer en tijdelijke opslag van het hout. In het kader van natuur- en milieueducatie kan met behulp van voorlichtingspanelen inzichtelijk worden gemaakt hoe het onderhoud en beheer van bos- en natuurterreinen kan bijdragen aan het realiseren van milieudoelen door een grotere inzet van de vrijkomende biomassa. Het bosbedrijfsleven staat positief tegenover het sponsoren van dergelijke panelen, mits daar enige “advertising” tegenover staat<sup>2</sup>. In samenspraak en samenwerking met de horeca is het mogelijk om een themapakket aan te bieden aan geïnteresseerde recreanten

### **3.1.2 Cultuurhistorische en landschappelijke waarden**

Het betreft hier een stapeling van elementen die bepalend zijn voor de waardering. Vooral de aanwezige aardkundige waarden kunnen een negatieve invloed hebben op de beschikbaarheid van biomassa voor energieopwekking. In het gebied komen enkele aardkundig waardevolle gebieden voor. Het gaat hier om oude essen in de buurt van Loenen en in de buurt van Gietelo die vanuit cultuurhistorisch perspectief als zeer waardevol worden beschouwd en behouden moeten worden. De waarde van de essen wordt voor een belangrijk deel bepaald door het open karakter. Ook de aardkundige waarde van de uiterwaarden wordt voor een groot deel afgeleid van het open karakter en door de aanwezigheid van oude rivierarmen en beeklopen. Behoud van deze open landschapstypen betekent voor de beschikbaarheid van biomassa dat er op deze plaatsen geen nieuwe landschappelijke beplantingen, bos of hakhout moet worden aangelegd.

Het overheidsbeleid staat positief tegenover de mobilisatie van biomassa uit de overige gebieden met hoge landschappelijke waarden. Aangezien er voor het verhogen van de landschappelijke waarden in de Beekbergse Poort wordt gestreefd naar het versterken van het kleinschalig karakter door de aanplant van hakhout, singels, beboste overhoekjes etc., zal er in de toekomst meer biomassa vrij kunnen komen. Bij de aanleg van dit soort beplantingen moet evenwel voorkomen worden dat in archeologisch interessante gebieden onnodig grondverzet plaatsvindt, omdat dit de aanwezige archeologische waarden zou kunnen aantasten. Oppervlakkig ploegen en eggen om het terrein voor te bereiden voor nieuwe bosaanplant kan echter in de meeste gevallen geen kwaad.

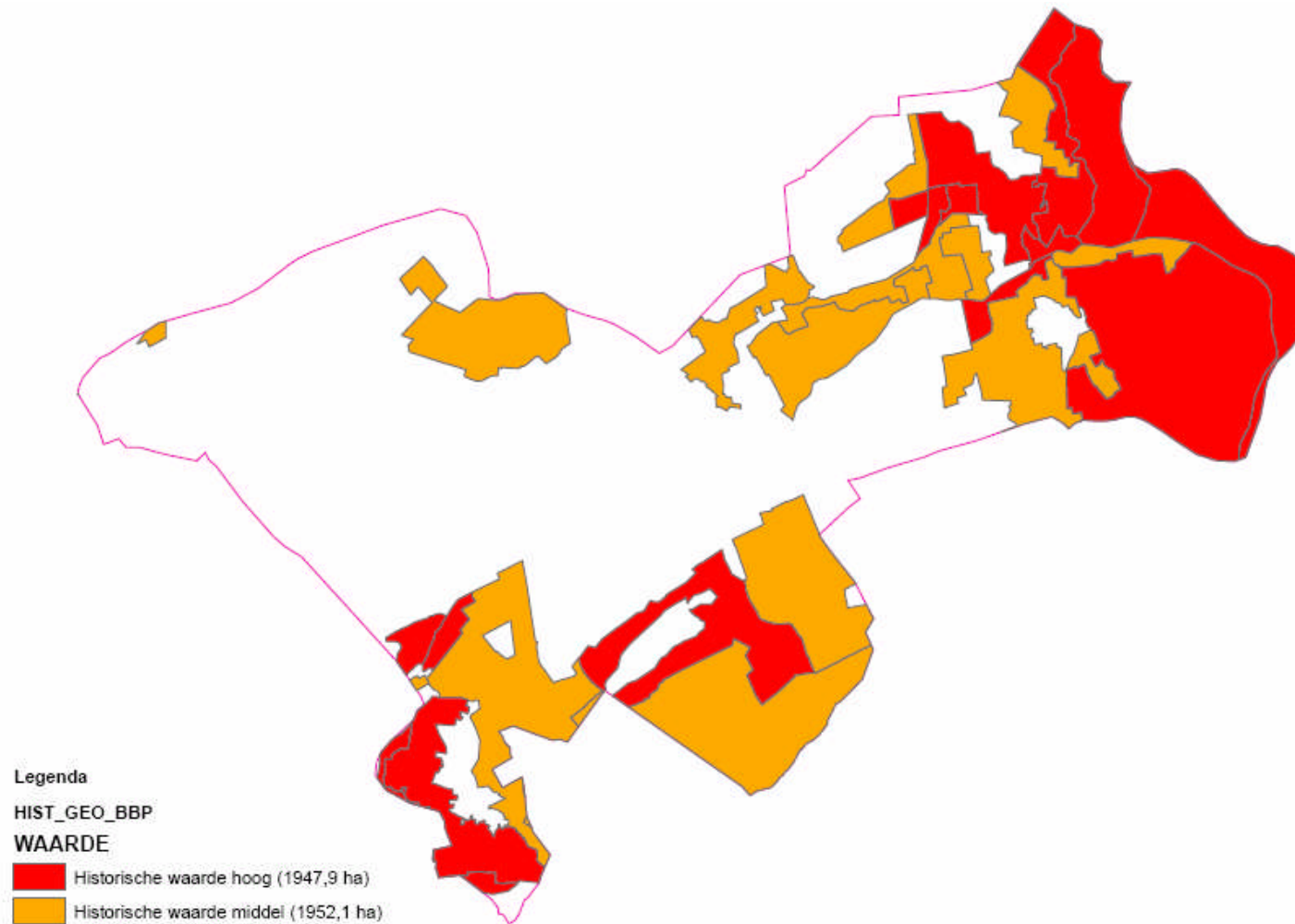
Voor het grootste deel van het gebied waarin cultuurhistorische en landschappelijke waarden een rol spelen, zoals aangegeven in Figuur 2, Figuur 3 en Figuur 4 (met als enige uit-

---

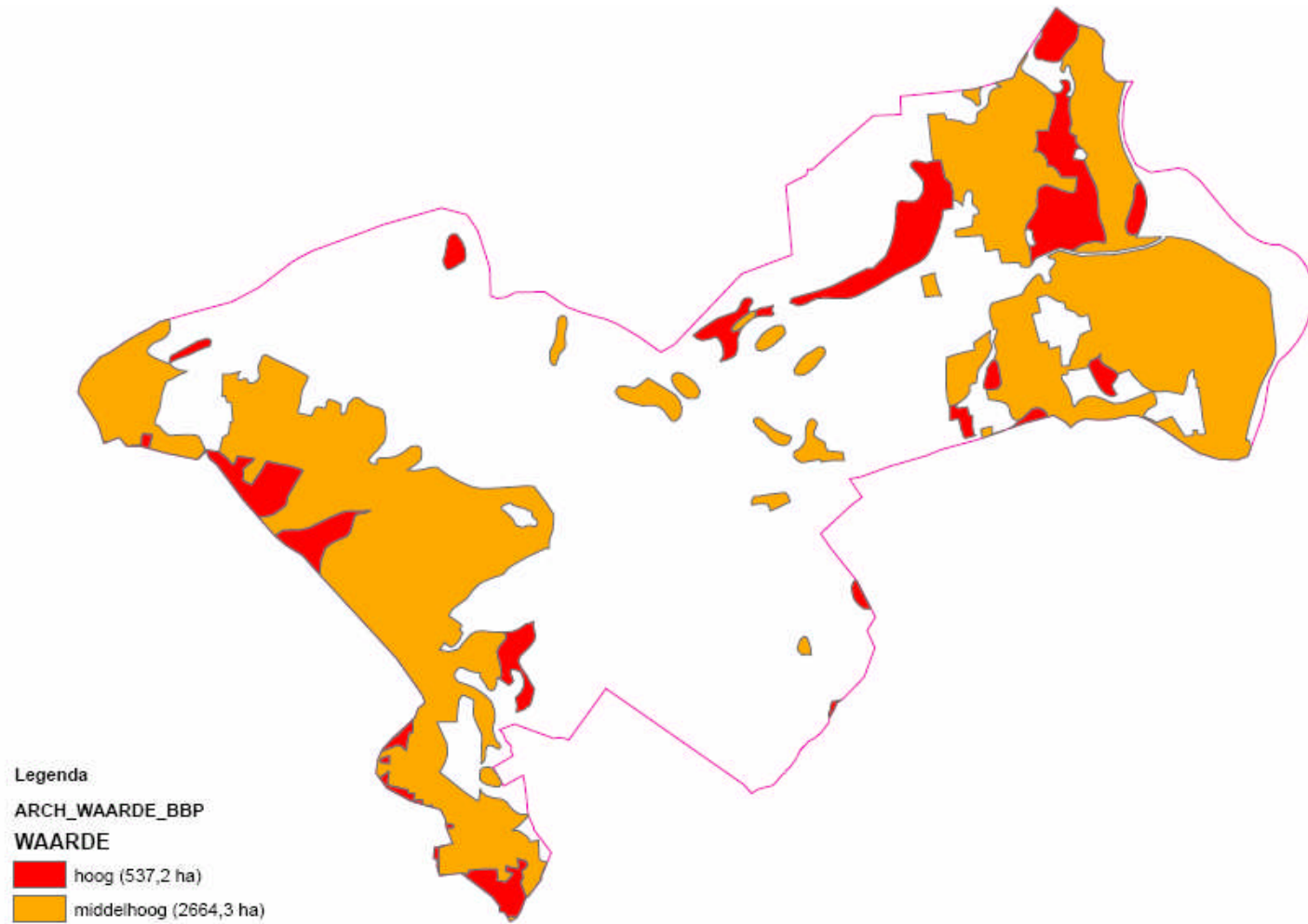
<sup>2</sup> In het project “Flovo-Energiehout” zijn op deze manier drie voorlichtingspanelen in de Flevopolder geplaatst, die uitleg geven aan het hoe en waarom van wilgenplantages voor energie.

zondering de aardkundige waarden), gaat het versterken van de landschappelijke waarden goed samen met een verhoogde oogst van biomassa.

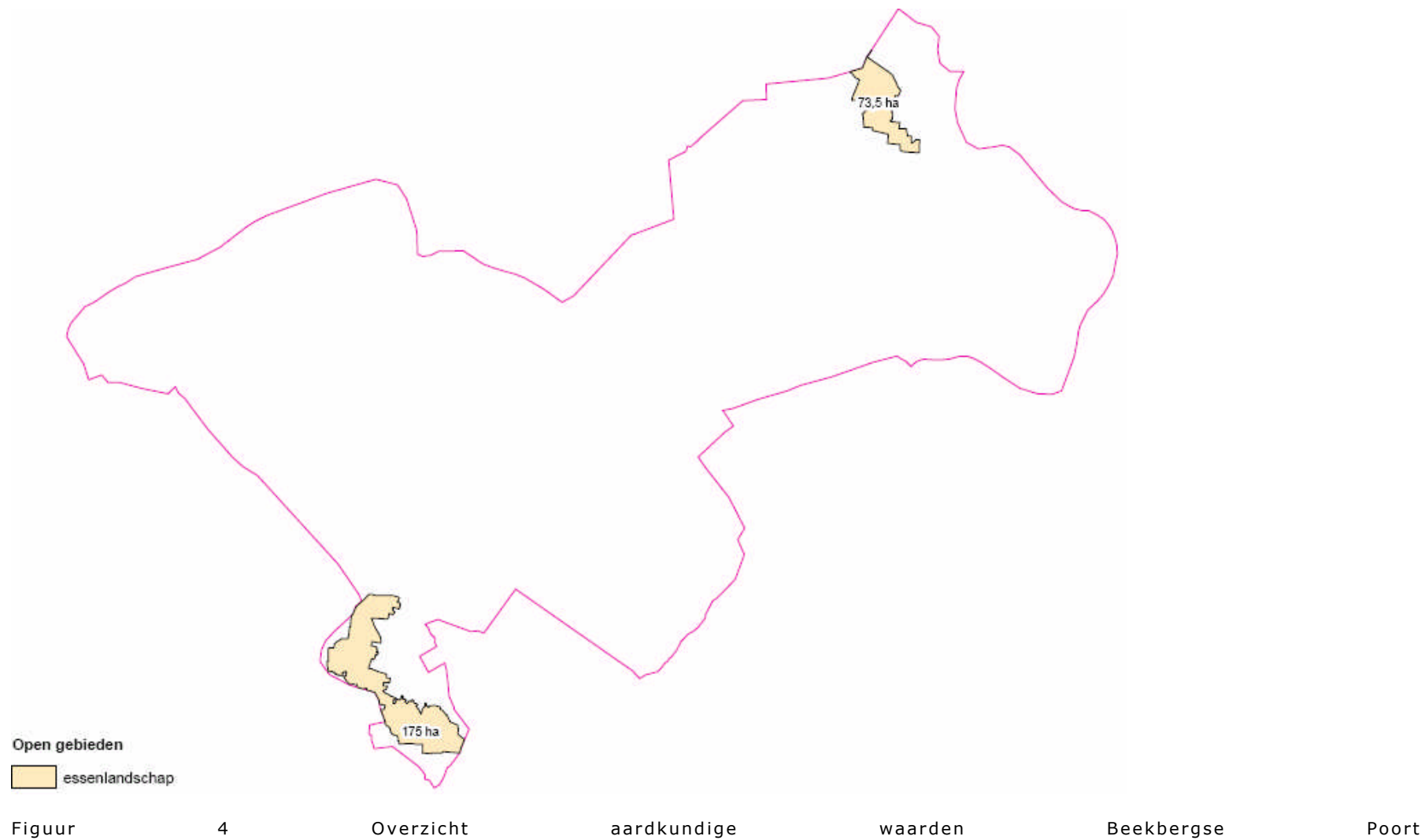




Figuur 2 Overzicht historische waarden Beekbergse Poort



Figuur 3 Overzicht archeologische waarden Beekbergse Poort



### **3.1.3 Ecologische waarden**

De belangrijkste ecologische waarden (Figuur 5 en Figuur 6) die invloed hebben op de huidige en toekomstige beschikbaarheid van biomassa voor energieopwekking zijn te vinden langs de beken, in de bossen en in de uiterwaarden langs de IJssel. Dit zijn de meer “natuurlijke” delen van de Beekbergse Poort ten opzichte van het aanwezige landbouwareaal. Er komen geen uitzonderlijk waardevolle of uitgesproken zeldzame dieren en planten voor, maar hun behoud en het scheppen en in stand houden van habitats (leefgebieden) wordt in het vigerende streekplan als belangrijke doelstelling aangemerkt. Indien nieuwe natuur wordt aangelegd, dan zal er standaard een flora- en fauna onderzoek moeten plaatsvinden om na te kunnen gaan wat de mogelijke impact of verstoring zal zijn op de aanwezig ecologische waarden.

Als beleidsinstrument om het behoud van ecologisch waardevolle gebieden te waarborgen zijn in Nederland de zogenaamde “Vogel- en habitat richtlijngebieden” aangewezen. Binnen het projectgebied zijn drie van dit soort gebieden gelokaliseerd. Twee hiervan bestaan uit bos en heide en het derde gebied ligt in de uiterwaarden. Vanzelfsprekend zijn de overige bossen en andere natuurterreinen ook van ecologisch waarde en in die hoedanigheid zijn zij beschermd door de wet op de ruimtelijke ordening en de boswet. Als bij het reguliere beheer van deze terreinen biomassa vrij komt, gelden er eigenlijk geen beperkingen. Met andere woorden: de oogst van biomassa voor energieopwekking wordt in deze gebieden niet ingeperkt door de aanwezige ecologische waarden.

Echter, in de meeste delen van het projectgebied die bestemd zijn voor natuurontwikkeling, is de invloed van de ecologische waarden op beschikbaarheid van biomassa neutraal tot negatief: de meeste terreinbeheerders laten het hout liever in het bos staan of liggen ten behoeve van natuurontwikkeling. Voor de beschikbaarheid van maaisel is de invloed van natuurdoelstellingen echter positief, omdat vegetaties met veel gras of heide regelmatig moeten worden afgemaaid en het maaisel afgevoerd om de natuurwaarden in stand te houden of te vergroten (i.v.m. vershraling). Deze grasachtige biomassa is echter lastig in te zetten voor thermische toepassingen (o.a. in verband met corrosie en verslakking). Tot dusverre bestaat er voor maaisel nog geen afzetmogelijkheid als grondstof voor duurzame energie.

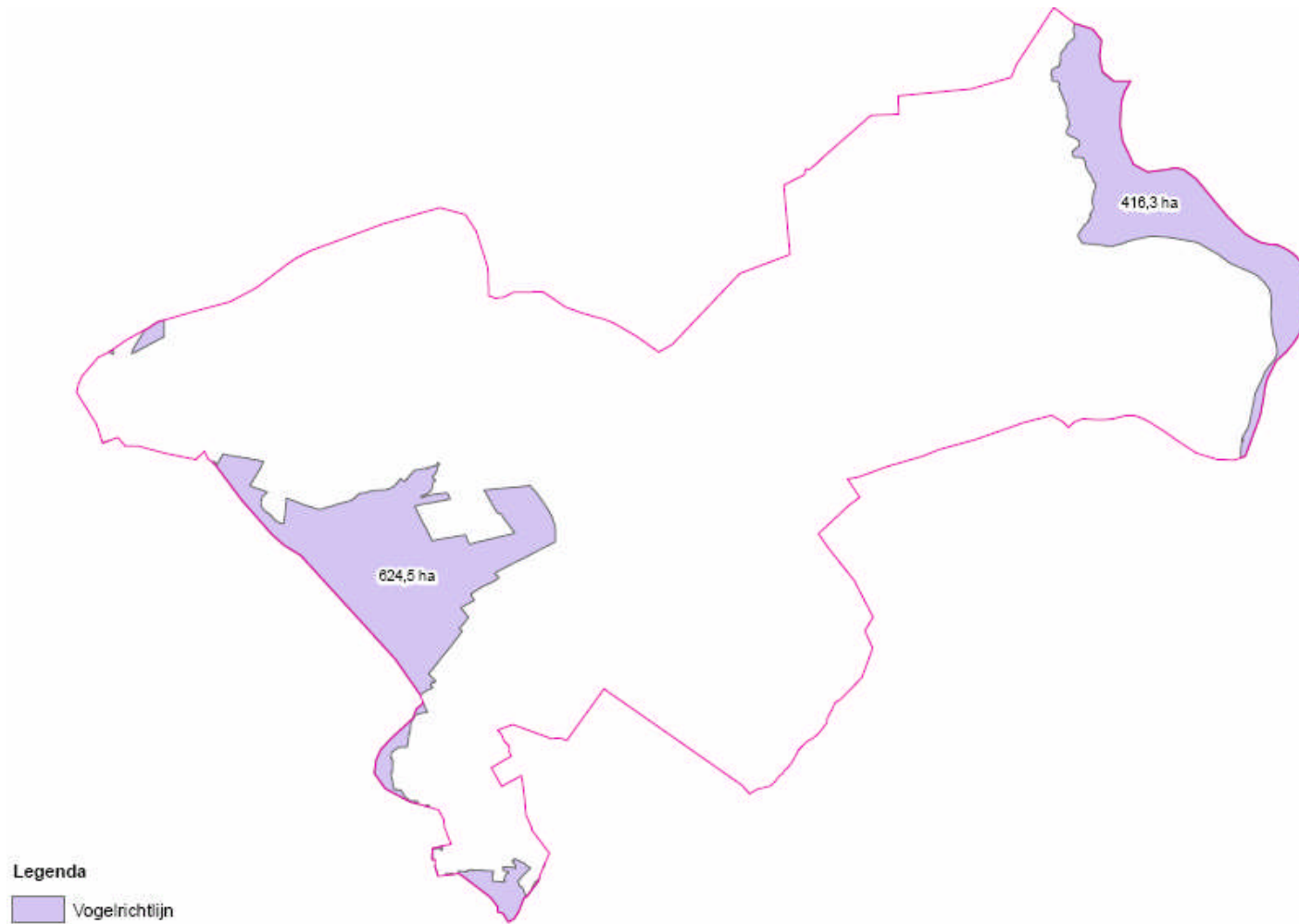
De ecologische waarde van de uiterwaarden wordt voornamelijk bepaald door de lokale waterhuishouding en door het min of meer open karakter van het landschap. Behoud van dit open karakter betekent voor het beheer het tegengaan van verbossing (weghalen van spontane bosopslag). Hierbij komt (periodiek) veel biomassa vrij. In de berekeningen hebben we ermeê rekening gehouden dat op ongeveer 2% van het oppervlak van de uiterwaarden jaarlijks de spontane opslag van bomen en struiken zal moeten worden verwijderd.

Uit gesprekken met Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten is gebleken dat deze organisaties positief staan tegenover de oogst van biomassa voor energiedoelinden, voor zover-

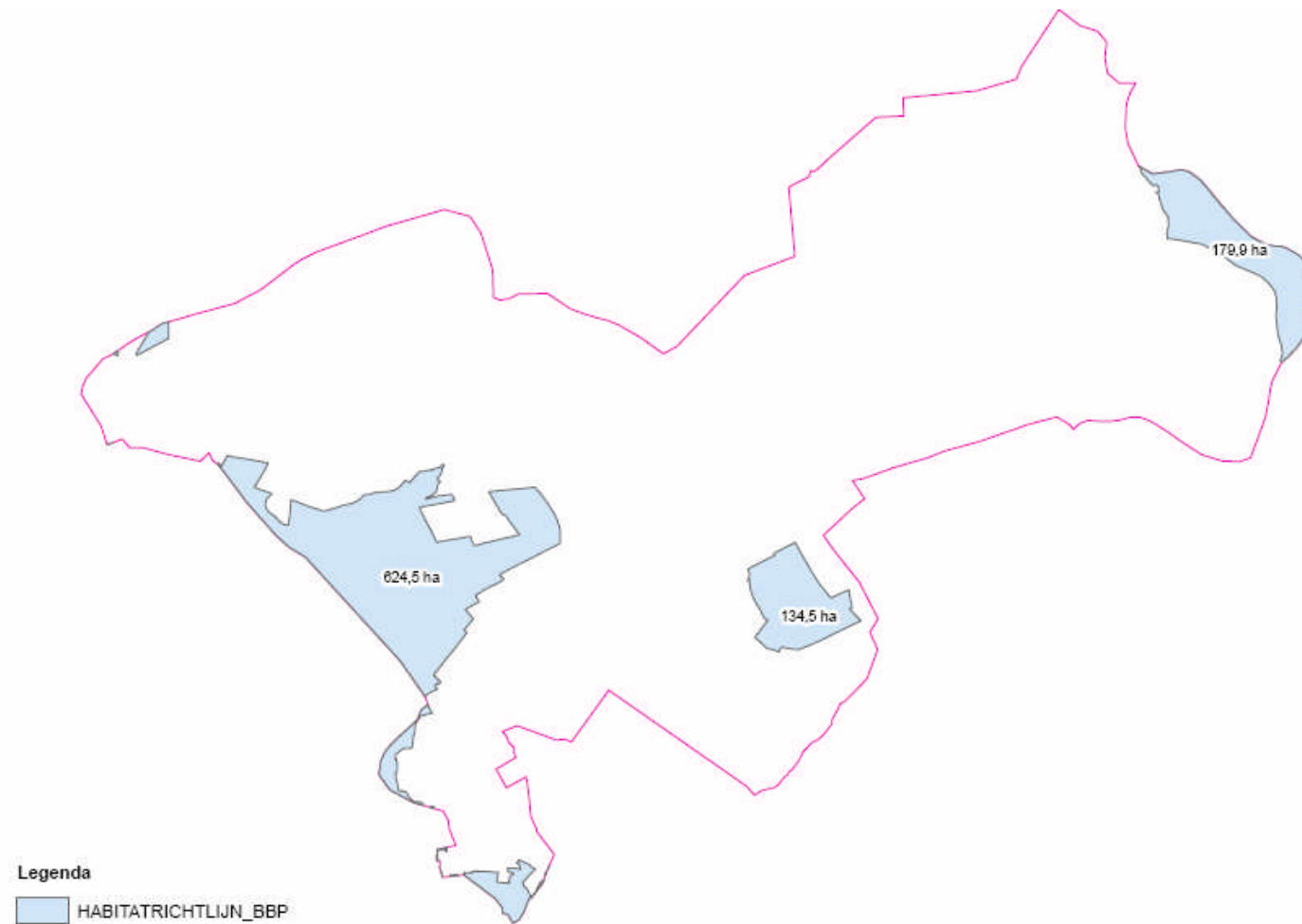
re dit niet in conflict komt met hun natuurdoelstellingen. In sommige gevallen geldt een nadrukkelijk “beheer van niets doen”. In die gevallen komt er natuurlijk geen biomassa vrij. Echter, bij het reguliere onderhoud van bos en landschappelijke beplantingen is het effect van houtoogst op de aanwezige natuurwaarden positief: nieuwe inzichten in natuurontwikkeling geven aan dat met name bossen zijn gebaat bij regelmatige kleine ingrepen in het kronendak omdat daarmee meer licht in het bos komt, wat de ontwikkeling van de ondergroei (en alle plant- en diersoorten die daarmee samenhangen) ten goede komt. Te dicht en te donker bos heeft over het algemeen minder natuurwaarden dan wanneer er meer variatie in het kronendak aanwezig is. Door middel van gerichte dunningen kan daar op ingespeeld worden.

De grote terreinbeherende organisaties staan in principe positief tegenover energieteelt (bijvoorbeeld wilgenhakhout in korte omloop) in bufferzones rondom natuurgebieden. Ook voor gebieden die bestemd zijn voor waterinundatie liggen er kansen op het vlak van energieteelt: wilg, populier, els en es zijn dan geschikte boomsoorten om aan te planten. In het gebied van de Beekbergse Poort zijn evenwel nog geen inundatiegebieden aangegeven. Het totale gebied dat bestemd gaat worden voor natuurontwikkeling bedraagt in de Beekbergse Poort circa 400 ha. Daarbij zal het met name gaan om de ontwikkeling van natte en beekbegeleidende natuur. Grootschalige energieteelt is daarmee niet verenigbaar. Hoogstens kunnen hier en daar enkele bescheiden wilgen- of elzenbosjes worden aangelegd als “stepping stone” van enkele hectaren groot, maar hun bijdrage aan de toekomstige biomassavoorziening is dan uitermate gering.

Een recent onderzoek van Probos in samenwerking met VOFF naar de natuurwaarden van energieteeltplantages in Flevoland laat zien dat dit type beplanting een onverwacht positieve bijdrage kan leveren aan de biodiversiteit en natuurwaarden. Door de aanplant van dit soort bosjes op strategische plaatsen in het landschap kunnen ze bijdragen aan de landschappelijke variatie.



Figuur 5 Overzicht ecologische waarden op gebied van Vogelrichtlijn Beekbergse Poort



Figuur 6 Overzicht ecologische waarden op gebied van Habitatrichtlijn Beekbergse Poort

### **3.1.4 Economische waarden**

Het betreft hier (naast bedrijfsterreinen en bebouwde/verharde kavels), hoofdzakelijk het landbouwareaal in het gebied van de Beekbergse Poort, waar binnen de streekplannen geen andere functie dan agrarisch grondgebruik aan toegekend is. Binnen het huidige landbouwareaal is energieteelt momenteel geen haalbare optie omdat andere gewassen economisch aantrekkelijker zijn om te verbouwen. Landbouwgronden, gelokaliseerd in de zogenaamde ecologische verbindingzones en verwevinggebieden komen echter wel in aanmerking voor de teelt van houtige biomassa aangezien deze teelt prima samengaat met gestelde natuurdoelen en landschappelijke waarden<sup>3</sup>.

Wat de mogelijkheden zijn voor de teelt van andere energieteelt-gewassen (zoals Miscanthus, koolzaad en energiemaïs) op landbouwgrond is niet meegenomen in deze studie omdat er alleen gekeken is naar zogenaamde reststromen uit bos, natuur en landschapsbeheer en de mogelijkheden van energieplantages met snelgroeiend hout op plekken waar dit gecombineerd kan worden met (agrarische) natuurontwikkeling.

De boeren in de Beekbergse Poort staan positief tegenover het aanplanten van nieuwe overhoekjes, houtwallen en bomenrijen, mits de kosten daarvan gesubsidieerd worden en de aanleg van deze nieuwe natuurelementen niet ten koste gaat van een rationele bedrijfsvoering. De aanleg van nieuw bos op hun landbouwgrond kan echter op weinig bijval rekenen (hoewel juist daarvoor aantrekkelijke subsidieregelingen bestaan). In onze potentiële schattingen is daarom alleen rekening gehouden met een (bescheiden) uitbreiding en invlechting van kleinschalige landschapselementen in het agrarische gebied. De agrarische ondernemers staan wel positief tegenover het beter en frequenter uitvoeren van het onderhoud van bestaande landschappelijke beplantingen en zij willen daar best en bijdrage aan leveren, mits de oogst en afzet van het hout centraal georganiseerd gaat worden. Enkele boeren in de Beekbergse Poort verkopen al wat brandhout aan particulieren.

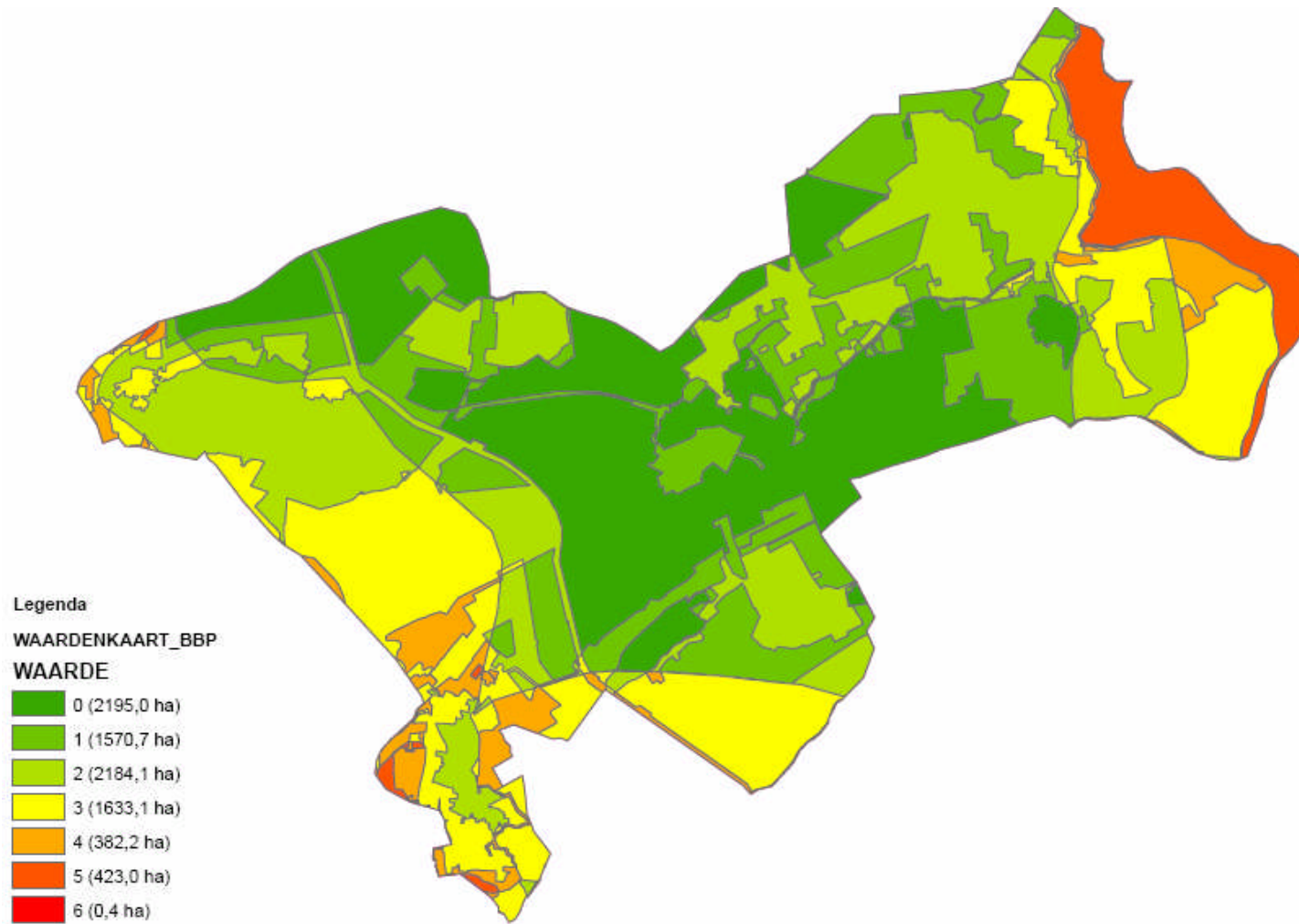
### **3.2 Samenvatting waarden**

De voorgaande paragrafen hebben een aantal waarden geïdentificeerd die in de regio Beekbergse Poort van belang zijn. Figuur 7 geeft een geïntegreerd overzicht van de aanwezige waarden binnen de Beekbergse Poort: hoe hoger het cijfer, des te waardevoller het gebiedsdeel wordt geacht. De groene delen zijn het minst waardevol en de rode delen het meest. De oranje en rode gebieden samen (categorieën 4, 5 en 6) hebben een gezamenlijk oppervlakte van 805 ha: dat is ongeveer 10% van de oppervlakte van de Beekbergse Poort.

---

<sup>3</sup> Indien er meer informatie gewild is met betrekking tot energieteelt, kapcycli, beheer en aanplantmethoden verwijzen wij naar 'samenvatting van de resultaten van 6 jaar onderzoek naar energieteelt', Leen Kuiper (2003)





Figuur 7 Waardenkaart Beekbergse Poort

## **4 Toekomstige beschikbaarheid**

---

*Dit hoofdstuk geeft een analyse van de toekomstige beschikbaarheid van biomassa voor energieopwekking in de regio Beekbergse Poort. De gebruikte methodiek voor deze analyse wordt eerst kort behandeld.*

### **4.1 Methodiek**

Om een inschatting te maken van de toekomstige mogelijk beschikbare hoeveelheid biomassa is gebruik gemaakt van het provinciale streekplan. Hierin zijn, binnen de kaders van het rijksbeleid op het gebied van ruimtelijke ordening, milieu, landbouw en natuur, plannen met betrekking tot de ontwikkeling van het gebied uitgewerkt. Aan de hand van de streekplannen is bepaald waar uitbreiding/intensivering van landschappelijke beplantingen en natuur in de vorm van bos of andere houtige opstanden gerealiseerd zouden kunnen worden en welke delen mogelijk in aanmerking komen voor de gecombineerde functies houtachtige biomassateelt en natuurontwikkeling.

In deze plannen zijn de verschillende ingrediënten die bepalend zijn voor gebiedsinrichting en ontwikkeling uitgedrukt in waarden. Binnen het kader van deze studie is door ons gekeken naar de waarden die van invloed zijn op de beschikbaarheid en de mogelijke productie van biomassa voor energieopwekking (zie hoofdstuk 3).

Naast het gebruik van de provinciale streekplannen hebben we ook de belangrijkste terreinbeheerders gevraagd naar hun beleid en visie op het gebied van gebiedsontwikkeling in de toekomst.

Het resulterende beeld dat voortvloeit uit beide benaderingen is een theoretische mogelijkheid, waarvan nog helemaal niet vaststaat dat deze in de Beekbergse Poort gerealiseerd zal kunnen worden. De kans van slagen hangt immers niet alleen af van de fysieke mogelijkheden en het draagvlak bij de belangrijkste actoren, maar evenzeer van het vigerende overheidsbeleid met bijpassend stimuleringskader. Uitbreiding van de productiemogelijkheden van houtige biomassa op landbouwgronden wordt door de agrarische sector voornog niet aangemoedigd. Als dit desondanks maatschappelijk gewenst zou zijn, dan is er een mentaliteitsverandering nodig bij de agrarische ondernemers en zal er tevens een aantrekkelijke financiële vergoeding tegenover moeten staan. Het politieke draagvlak voor een dergelijke (substantiële) ondersteuning is op dit moment niet erg groot. Daarom achten wij de kans om het toekomstige biomassa-aanbod structureel en substantieel te vergroten, bijvoorbeeld door de grootschalige aanplant van energieplantages op voormalig landbouwgrond, niet erg groot.

## 4.2 Beleid en visie terreinbeheerders

Het beleid en de toekomstvisie over het beheer van de terreinbeheerders in het projectgebied (zie Tabel 5) is afgestemd op het overheidsbeleid dat is weergegeven in de streekplannen. De invulling van de verschillende elementen zoals natte natuur, kleinschalige landschappen met houtwallen, singels en hagen is in de streekplannen niet in detail vastgelegd maar de verwachting is dat de huidige praktijk niet of nauwelijks zal veranderen. Sleutelwoord binnen het beleid van de beherende instanties is variatie. Lijnvormige landschapselementen moeten bij voorkeur niet alleen uit opgaande bomen of alleen maar gras bestaan maar uit een afwisseling van (alle gradaties van) korte vegetaties tot opgaande bomen.

Binnen deze beleidskaders ziet bijvoorbeeld Natuurmonumenten toch wel kansen voor het aanleggen van snelgroeïend hout in de zogenaamde ecologische verbindingszones en in de delen die beschreven zijn als verwevinggebieden waar de ontwikkeling landbouw in combinatie met kleinschalige landschappen moet bijdragen aan een verhoging van de landschappelijke en natuurwaarden.

Tabel 5 Overzicht terreinbeheerders in het gebied Beekbergse Poort

| Terreinbeheerders  | Terrein type  | Beleid en doelstellingen ten aanzien van het beheer.   |
|--------------------|---|--|
| Gemeenten          |   | Volgen het rijks- en provinciaal beleid. Oogst en mobilisering van biomassa voor energieopwekking heeft de aandacht en men is bereid mee te werken aan het mobiliseren van biomassa voor energieopwekking.   |
| Apeldoorn          | Infrastructuur en aangrenzende beplantingen zoals bermen, kleine bosjes en bomenrijen                             |  |
| Voorst             | Infrastructuur en aangrenzende beplantingen zoals bermen, kleine bosjes en bomenrijen                             |  |
| Brummen            | Infrastructuur en aangrenzende beplantingen zoals bermen, kleine bosjes en bomenrijen                             |  |
| Waterschap Veluwe  | Waterlopen en aangrenzende beplantingen zoals bermen.   | Volgt het rijks- en provinciaal beleid. Oogst en mobilisering van biomassa voor energieopwekking heeft de aandacht. Er komt hoofdzakelijk maaisel vrij wat men graag kwijt wil voor energieopwekking.  |
| Natuurmonumenten   | Bos, heide en landschappelijke beplantingen   | Volgt het rijks- en provinciaal beleid. Het beheer van de terreinen is voornamelijk gericht op natuurontwikkeling maar ziet mogelijkheden voor de toepassing van houtige biomassateelt in verbindingzones. Er leeft wel de gedachte dat de productie en oogst van biomassa voor duurzame energie een van de functies kan zijn van de vereniging. |
| Landbouw bedrijven | Landbouwgrond, watergangen en landschappelijke beplantingen op perceelgrenzen, kleine bosjes, erfbeplanting, etc. | Beleid gericht op economische rendabiliteit met oog voor agrarische natuurontwikkeling. Staan open voor geïntegreerd systeem waar natuurbeheer en landbouw hand in hand gaan en willen in die zin ook meewerken aan de oogst en inzameling van biomassa voor energieopwekking.   |
| Recreatiebedrijven | Campings, bungalowparken, golfbanen en overige recreatieterreinen   | Beheer voornamelijk gericht op behoud en versterking van de landschappelijke en recreatieve waarden en veiligheid. Inkomen uit beheer heeft geen prioriteit maar beheer kos-   |

|               |                          |  |
|---------------|--------------------------|--|
|               |                          | tendekend maken door biomassa voor energie te leveren heeft duidelijk de voorkeur.   |
| Particulieren | Erven en kleine percelen | Voornaamste belang is woonplezier en leefbaarheid. Onderhoud en beheer wordt hierdoor bepaald. Er is bereidheid aanwezig om de biomassa vrij te maken voor energiedoel-einden. |

### 4.3 Toekomstige beschikbaarheid

Binnen de kaders van de streekplannen van het gebied wordt voornamelijk gestreefd naar uitbreiding van natte natuur in de beekdalen en de ontwikkeling van kleinschalig landschap door aanleg van houtwallen en singels, etc. De grootschalige aanleg van nieuw bos is hier niet aan de orde.

Om zichtbaar te maken wat de streekplannen voor effect kunnen hebben op de toekomstige beschikbaarheid van biomassa in het gebied via de aanplant van snelgroeiende energieplantingen (korte omloop bos van wilgen, populieren, elzen en essen), is de volgende berekening gemaakt:

$$K = (A - B - (C - D - E)) / 4$$

K. Areaal geschikt voor houtige biomassateelt.

A. Het totaal oppervlak project gebied

B. Agrarisch gebied

C. Oppervlak EHS totaal

D. Bestaand bos

E. Vogelhabitat richtlijn gebied.

De gebieden waar de ontwikkeling van biomassateelt in korte omloop plantages kansrijk zou kunnen zijn, omdat het bijdraagt aan de waarde van de te ontwikkelen natuur/landschap zonder dat andere waarden in het gebied negatief beïnvloed worden, zijn in de streekplannen zijn aangemerkt als gebieden met “verweving” van functies en als verbindingszones.

Binnen EHS wordt onderscheid gemaakt tussen gebieden met natuur en gebieden met verweving. Gebieden waar natuur is gepland, is dat ofwel bos, dan wel zullen deze gebieden worden ontwikkeld als ‘natte natuur’. In gebieden waar verweving gepland is, zal plaats zijn voor de ontwikkeling van nieuwe kleinschalige landschapselementen zoals singels en houtwallen.

Het gaat hier nadrukkelijk om de teelt van houtige biomassa omdat die goed in te passen is binnen de kaders van natuurontwikkeling. Hierbij wordt in de verbindingszones gedacht aan het inpassen van hakhoutculturen van wilg, els en es en de aanplant van bijvoorbeeld populier. Met in acht neming van de structuur van deze nieuwe natuur zou maximaal 25%

van het oppervlak van deze verbindingszones, als 'stepping stones' in het landschap, beplant kunnen worden met één van de hierboven geschetste houtige landschapselementen.

In tabel 6 zijn de oppervlaktes gekwantificeerd en is de opbrengst aan biomassa per terreintype ingeschat.

Tabel 6 Overzicht toekomstige extra biomassa potentieel voor energieopwekking

|   | <b>Opmerkingen</b>  | <b>Oppervlak</b>   | <b>Totaal ha</b> | <b>Extra beschikbaar ton/jaar</b> |
|---|---|--|------------------|-----------------------------------|
| Oppervlak project gebied                            | 50% bos en natuur, 40% agrarisch, 10% bebouwd   | 8.398  | 8.389            |                                   |
| Oppervlak bestaand bos                              | Oogstbaar 8 m <sup>3</sup> /ha; feitelijke oogst 4.5 m <sup>3</sup> /ha                   | Bij 15% meer oogst gaat 50% naar biomassa: 0,6m <sup>3</sup> /ha | 3.835            | 2.100 ton                         |
| Bestaand bos  | 25% van het tak- en top-hout geoogst voor biomassa  |  | 3.835            | 1.500 ton                         |
| Oppervlak EHS verweven.                             | 25% beplant met houtwallen en singels; oogstbaar 6 ton/ha/jaar, waarvan 50% voor biomassa | 948 ha   | 237              | 710 ton                           |
| Oppervlak EHS verbindingszones.                     | 25 % geschikt voor energieplantage  | 257 ha   | 64               | 1.600 ton                         |
| Oppervlak uiterwaarden in het vogelrichtlijngebied. | 2% jaarlijks geoogst voor tegengaan verbossing  | 416 ha   | 8                | 210 ton                           |
| <b>Extra biomassa potentieel totaal</b>             |   |  |                  | <b>6.120 ton</b>                  |

De oogst van energiehout uit het bestaande bos (3.835 ha) vindt op dit moment nog niet plaats en zou dus additioneel zijn. Het bos wordt er beter van (meer licht op de bodem) en de Nederlandse bosexploitanten geven aan dat het extra sortiment energiehout in één moeite meegenomen kan worden met de reguliere houtoogst (mits er natuurlijk een afzet voor is en het qua kosten uitkan), waarbij zij het hout op stam kopen en de oogst, transport en afzet van alle sortimenten regelen. Het huidige oogstniveau ligt gemiddeld op 55% van de bijgroei (4,5 m<sup>3</sup>/ha/jaar). Vrijwel alle deskundigen in de bos- en houtsector zijn van mening dat dit oogstniveau zonder problemen opgeschroefd zou kunnen worden naar 70% van de bijgroei (5,6 m<sup>3</sup>/ha/jaar). Indien er 15% meer zou worden geoogst dan thans het geval is, en als de helft van dat extra hout wordt bestemd als energiehout (en de andere helft naar de houtverwerkende industrie gaat) dan levert dit jaarlijks ruim 2.100 ton extra biomassa op.

Behalve de extra oogst van stamhout, zou ook een deel van de takken als biomassa geoogst kunnen worden. Circa 20% van de boom bestaat uit takken. Indien een kwart van alle takken, die normaal gesproken bij de oogst in het bos blijven liggen, worden meegenomen, dan gaat het jaarlijks om  $0,2 \times 8 \text{ m}^3 \times 0,25 = 0,4 \text{ ton/ha/jaar}$ . Op de 3.835 ha bestaand bos zou het dan gaan om 1.534 ton extra biomassa. Beide stromen samen leveren 3.600 ton verse biomassa per jaar. Maar dit vergt enige aanpassing van het huidige bosbeheer.

Bij onze inschatting van de hoeveelheid houtige biomassa die vrij zou kunnen komen uit het extra te beplanten oppervlak in de verweven gebieden en verbindingszones is een reductiefactor van 25% gebruikt, omdat we er vanuit gaan dat niet alle hectares beschikbaar zullen komen voor de aanplant van bomen.

Voor de opbrengsten van intensieve teelt van houtige biomassa en oogst tegen verbossing van de uiterwaarden is uitgegaan van een toekomstige opbrengst van 25 ton/ha/jaar aan verse houtige biomassa. Dit hoge opbrengstniveau is haalbaar omdat het rijke groeiplaatsen betreft met voldoende beschikbaar vocht.

Dit toekomstige potentieel van 6.120 ton biomassa zal alleen gerealiseerd worden indien er lokaal voldoende draagvlak voor is en de boeren in het gebied voldoende gecompenseerd zullen worden om een deel van hun landbouwgrond te beplanten met bomen. In ons uitgewerkte voorstel zou dat dan gaan om 309 ha extra bos en landschappelijke beplantingen. Op een totaal landbouwareaal in de Beekbergse Poort van 3.716 ha zou dat een nogal forse ombuiging zijn in de bestemming van de grond. Tot dusverre zijn de boeren in dit gebied niet erg genegen gebleken om bos aan te planten op hun landbouwgrond (zelfs geen tijdelijk bos), tenzij het om de ontwikkeling van nieuwe landgoederen gaat. Bij deze nieuwe landgoederen kan een hoge opbrengst gerealiseerd worden uit de verkoop van woningen, waarmee de aanleg van nieuwe natuur ruimschoots gecompenseerd kan worden.

Wanneer de aanplant van energieplantages in verbindingszones (64 ha) buiten beschouwing worden gelaten, dan is het toekomstige extra potentieel 4.520 ton biomassa per jaar.

## 5 Karakterisering biomassa

---

*In dit hoofdstuk wordt kort aangegeven wat de belangrijke aspecten rond kwaliteit, seizoensgebondenheid en kosten en opbrengsten van biomassa zijn.*

### 5.1 Kwaliteit biomassastromen

In deze studie hebben we ons vooral gericht op schone, verse houtige biomassa. In de praktijk kan dat bestaan uit een mix van gechipt<sup>4</sup> stamhout (met bast), takken en toppen en snoeihout uit gemeentelijk groen en wegbeplantingen. De huidige Nederlandse verbrandingssystemen zijn dusdanig uitgelijnd dat de houtsnippers aan tamelijk strenge eisen moeten voldoen ten aanzien van de grootte en uniformiteit. Geshredderd<sup>5</sup> hout is daarbij niet acceptabel. Echter, in de praktijk is het gebruik van het goedkoper geshredderd materiaal wel mogelijk, maar dan moet het toevoersysteem hierop zijn gedimensioneerd. Het met de biomassa aanhangende zand moet worden geminimaliseerd, omdat dit extra slijtage geeft bij het verkleinen van de biomassa tot houtchips (dit heeft extra onderhoudskosten tot gevolg). Bij verbrandingssystemen is het mogelijk biomassa met hoge zandgehalten te verwerken, maar dan moet bij het ontwerp hiermee wel rekening worden gehouden. Als houtchips met hogere zandgehalten moeten worden verwerkt dan moet in het verbrandingssysteem extra maatregelen worden genomen om dit extra inerte deel te verwerken (meer as, meer verbrandingsruimte in de ketel die geen energie levert).

Een mogelijke optie voor het minimaliseren van de minerale fractie is zieving voor en/of na het versnipperen, maar beter is dat er gegarandeerd schoon hout wordt geleverd waarbij een partij hout waarin toch aarde en zand wordt aangetroffen, afgewezen kan worden. Dit impliceert dat er bij het versnipperen schoon gewerkt moet worden of dat bij een bult snippers de onderste laag snippers niet wordt meegenomen.

Het vochtgehalte van de biomassa is mede bepalend voor de energie-inhoud: hoe droger hoe hoger de stookwaarde van het materiaal. Bij het ontwerp van een verbrandingsinstallatie wordt rekening gehouden met een bepaalde bandbreedte voor het vochtgehalte van de aangeleverde biomassa (bijvoorbeeld variërend tussen 35% en 45% vocht). Indien van deze bandbreedte wordt afgeweken dan kunnen problemen ontstaan in het verbrandingsproces. Het vochtgehalte van de houtchips kan op een relatief goedkope en natuurlijke manier worden gereduceerd: door de houtchips op een hoop te leggen ontstaat broeiwarmte. Deze gecontroleerde broeiwarmte zorgt ervoor dat het vochtgehalte van de houtchips tussen de 35-45% komt. Het gebruiken broeiwarmte moet gecontroleerd worden uitgevoerd. Houtchips die namelijk ongecontroleerd buiten op een hoop worden gelegd, kunnen verrotten waardoor deze minder geschikt zijn voor thermische verwerking.

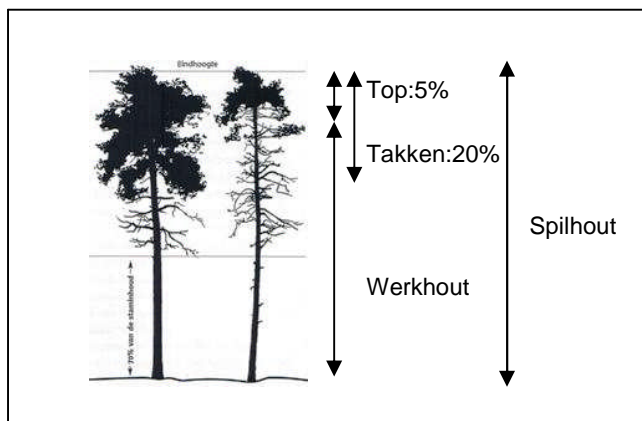
---

<sup>4</sup> Gechipt en versnipperd hout wordt hier onder een noemer genomen

<sup>5</sup> Geshredderd hout heeft een minder uniforme samenstelling dan gechipt of versnipperd hout. Het wordt 'kapot' geslagen en hierdoor zijn de lengte, gladheid en breedte van de stukken niet gelijk.



De boomsoortensamenstelling heeft nauwelijks invloed op de verbrandingswaarde of het asgehalte van de biomassa. Wel gelden er beperkingen ten aanzien van het acceptabele aandeel naalden en fijne twijgen: hoe minder hoe beter. Dit kan tevens via prijsafspraken geregeld worden: een beperkt aandeel naalden kan worden geaccepteerd maar dan wordt er minder betaald voor de hele partij. Takken met bladeren en al worden niet geaccepteerd omdat er in die bladeren veel corroderende stoffen kunnen zitten. Loofbomen waarbij het hout gebruikt zal worden voor energiedoeleinden, worden vrijwel altijd in het bladloze winterseizoen geogst.



Biomassastromen als berm- of slootmaaisel bezitten karakteristieken die thermische conversie lastig maken. Ten eerste bezitten deze stromen hoge chloride gehalten die corrosie van het verbrandingssysteem kunnen veroorzaken. Dit kan theoretisch worden voorkomen door gebruik te maken van metalen die minder gevoelig zijn voor corrosie, maar dit heeft tot nadeel dat de investeringskosten drastisch omhoog gaan. Ten tweede bezitten de ontstane assen van deze stromen lage smeltpunten waarvoor extra maatregelen genomen moeten worden. Een derde nadeel is dat deze stromen zeer periodiek vrijkomen wat grote opslagterreinen noodzakelijk maakt. Bij onze berekening van het potentieel aan biomassa geschikt voor thermische conversie zijn berm- en slootmaaisel daarom niet meegenomen.

## 5.2 Seizoenspatroon biomassa-inzameling

De meeste biomassa voor energiedoeleinden zal in de winter worden geogst, nog voor het begin van het vogelbroedseizoen. Echter, soms wordt het gevelde en uitgeslepte hout opgestapeld langs de bosweg waar het een paar maanden kan blijven liggen om te drogen. Dat verhoogt de energiewaarde (en dus ook de prijs als energiehout) aanzienlijk. Echter, niet overal is het mogelijk of toegestaan (verordening bosbrandweer) om het hout gedurende enige tijd langs de boswegen te laten liggen. Er bestaat dan tevens de mogelijkheid dat beesten zich gaan vestigen in die houtstapels en dan gaan er allerlei beperkingen gelden in het kader van de Flora- en Fauna wet.

Het aanbod van biomassa zal niet evenredig over het jaar verdeeld zijn, omdat er in het voorjaar en 's zomers vrijwel geen oogst plaatsvindt. Dit impliceert de noodzaak tot het aanleggen van biomassawerven, op strategische plaatsen in of vlak bij het bosgebied, waar de biomassa naar toe kan worden gebracht. Van daaruit kan de biomassa dan op af-

roep vervoerd worden naar de centrales. Deze werven dienen zodoende als een buffer om de fluctuatie in het seizoensaanbod te verminderen. Bovendien kan hier een stuk kwaliteitscontrole plaatsvinden en kunnen “lastige” partijen biomassa worden bijgemengd met hoogwaardigere (of drogere) biomassa. Daarnaast kan op deze locaties gecontroleerd gebruik gemaakt worden van broeiwarmte om het vochtgehalte van de houtchips te reduceren.

#### Opslagterrein houtchips

Indien men 20.000 ton houtchips wil opslaan dan is een terrein nodig van 1.4 ha. Dit is gebaseerd op een hoogte van de hoop van 5 meter en een bulkdichtheid van 280 kg/m<sup>3</sup>.



### 5.3 Kosten/opbrengsten

Volgens Staatbosbeheer is de absolute bodemprijs voor versnipperde biomassa bezorgd franco centrale<sup>6</sup> € 4,5/GJ (€ 81/droge ton). De prijs zal de komende jaren (tot 2020) waarschijnlijk stijgen, waarbij een biomassaprijs van € 8/GJ (€ 144/droge ton) niet moet worden uitgesloten. Er is overigens een groot verschil in prijs tussen energiehout aangeboden als rondhout langs de bosweg, en gechipt hout dat wordt bezorgd franco energiecentrale. Het is vaak rendabeler om een eigen stationaire chipinstallatie bij de biomassacentrale te bouwen dan het hout met een mobile chipper in het bos te verkleinen.

Ter vergelijking: de Belgische spaanplaatindustrie betaalt inmiddels al € 75/ton voor vers vezelhout (rondhout) franco fabriek. De spaanplaatindustrie heeft de laatste jaren haar kwaliteitseisen naar beneden toe bijgesteld: ze accepteren nu houtkwaliteiten die ze enkele jaren geleden niet wilden hebben. Dit veroorzaakt een sterke concurrentie om hout van “laagwaardige” kwaliteit. Zelfs brandhout voor particulieren wordt tegenwoordig al voor meer dan € 50/ton vers rondhout aangeboden, af bosweg<sup>7</sup>. Volgens de bosgroep Midden-Nederland gelden voor een gemiddelde partij Nederlands hout op stam verkoopprijzen van € 20 tot €35 per m<sup>3</sup>. Het hout moet dan nog geveld worden, uitgesnoeid, gesortimenteed, uitgeslept naar de bosweg en getransporteerd naar de afnemer.

<sup>6</sup> Inclusief transportkosten tot aan de poort van de fabriek

<sup>7</sup> Aan de rand van het bos waarbij transport niet inbegrepen is.

## **6 Thermische conversiemogelijkheden**

---

*In dit hoofdstuk zijn drie voorbeelden van “downstream”opties voor thermische conversie van biomassa in de regio weergegeven. Deze drie voorbeeldopties zijn gebaseerd op de bij Ecofys aanwezige kennis<sup>8</sup>. Deze gegevens zijn samengevat in drie factsheets, waarin niet alleen technische gegevens staan, maar ook grootste knelpunten, voordelen en mogelijkheden van de specifieke opties aangegeven zijn. De in dit hoofdstuk gepresenteerde resultaten zijn toepasbaar en gebaseerd op de beide deelstudies (Beekbergse Poort en Centraal Veluws Natuurgebied).*

### **6.1 Inleiding thermische conversiemogelijkheden**

In de Beekbergse Poort en het aangrenzende gebied van het Centraal Veluws Natuurgebied is jaarlijks ongeveer 20.000 ton houtchips beschikbaar die kunnen worden aangeleverd door de verschillende terreinbeheerders. Met behulp van commercieel beschikbare technologieën kunnen deze houtchips worden omgezet in warmte en/of elektriciteit via thermische conversie. De beschikbare commerciële technologieën zijn verbranding in houtchipboilers waarmee warmte wordt opgewekt of verbranding in bio-energiecentrales (BEC) waarin warmte en elektriciteit worden opgewekt. Bij het inzetten van 20.000 ton houtchips kunnen de volgende capaciteiten worden gerealiseerd:

- Houtboiler: totale capaciteit van ongeveer 10 MW<sub>th</sub>
- Bio-energiecentrale (BEC): 1 MW<sub>e</sub>

Met de inzet van 20.000 ton houtchips zit een BEC aan de ondergrens van de commercieel beschikbare capaciteit. Technologisch gezien is het mogelijk. Echter, vanwege het ontbreken van een concrete groene elektriciteitsubsidie is het realiseren van een BEC financieel gezien op dit moment niet interessant. Dit verandert wellicht op korte termijn, maar dit is afhankelijk van politieke keuzes. Daarnaast is het de vraag of de projectgroep voorbereid wil zijn op mogelijke subsidieregeling en toch alvast de haalbaarheid van deze optie wil laten analyseren.

Een houtboiler van 10 MW<sub>th</sub> op 1 locatie is wellicht niet realistisch. In plaats van 1 grote boiler zou gedacht kunnen worden aan een aantal kleinere boilers op verschillende locaties, zoals bij verpleeghuizen, zwembaden en ziekenhuizen.

Beide thermische conversie-opties zijn uitgewerkt in drie concrete voorbeelden (paragrafen 6.2, 6.3 en 6.4)

---

<sup>8</sup> De weergegeven voorbeeldopties zijn gebaseerd op aanwezige kennis bij Ecofys. Wellicht bestaan in de regio interessantere opties, maar hiervoor is nader onderzoek noodzakelijk.

## 6.2 Houtchipboilers ter vervanging van fossiel gestookte ketels

Vervanging van fossiel gestookte ketels is een optie bijvoorbeeld bij kalvermesterijen en kuikenhoudertijen waar ruimte voor biomassaopslag beschikbaar is. Daarnaast valt te denken aan appartementencomplexen en zwembaden. Hiervoor heeft Ecofys nog geen concrete locatie op het oog, maar zij kan die in een eventuele vervolgfase wel uitzoeken.



Houtchips verbrandingsinstallatie van 250 kWth in Zeewolde bij een varkenshouderij

| Algemene beschrijving      |  |
|----------------------------|--|
| Beschrijving               | Vanwege stijging van de gas- en stookolieprijzen is er een stijgende vraag naar biomassaketels om bestaand, maar afgeschreven olie- of gasgestookte te vervangen door houtchipketels. De ketels zijn volautomatisch en zeer gebruiksvriendelijk. Van hout worden houtsnippers gemaakt (geschred of gechipt) en ingezet voor ruimteverwarming en warm tapwater. |
| Benodigde biomassa         | Voor een houtchipketel met een capaciteit van 275 kWth zijn jaarlijks 500 ton houtchips nodig.   |
| Toepassing                 | Vervanging van fossiel gestookte ketels, bijvoorbeeld bij agrariërs, zwembaden en verzorgingstehuizen.   |
| Bestaande installaties     | In Nederland spaarzaam aanwezig, maar een prille markt begint zich te vormen. In Duitsland, Scandinavische landen, Oostenrijk volop aanwezig.  |
| Stand der techniek         | Commercieel bewezen technologie en verkrijgbaar in verschillende uitvoeringen.   |
| Verwachte ontwikkeling     | Door stijgende energieprijzen zal vraag van deze installaties toenemen   |
| Knelpunten en onzekerheden | Door toenemende vraag van houtchips bestaat de kans dat de houtchipprijs gaat stijgen. Echter, tot nu toe stabiel en er is een toenemende productiecapaciteit in ontwikkeling  |
|                            | Hoge aanschafkosten t.o.v. gas- en olieketels  |
|                            | Verwachte toename fijnstof emissies bij vervanging gasketels   |
| Voordeel van de kans       | Laagdrempelige technologie   |
|                            | Bij vervanging openhaarden een groot milieuvoordeel  |
|                            | Onafhankelijk van stijgende gas- en olieprijsen.   |
|                            | Reductie CO <sub>2</sub> emissies  |

| Milieuaspecten                   |   |
|----------------------------------|---|
| Emissies                         | Houtketels hebben hogere fijnstof emissies in vergelijking met gasketels, maar blijven binnen de gestelde emissie-eisen |
| CO <sub>2</sub> -emissiereductie | Bij huidig gebruik aardgas: 56 kg CO <sub>2</sub> /GJ   |
| Mogelijke overlast               | Open haard geur   |
| Reststoffen                      | Bodemassas die met restafval kan worden afgevoerd   |

| Financiële aspecten       |  |
|---------------------------|--|
| Investing                 | Bij een capaciteit van 275 kWth een investering van 750 EUR/kWth   |
| Opbrengst                 | Vermeden fossiele brandstof inkoop   |
| Terugverdientijd          | <10 jaar   |
| Economische schaalgrootte | Als algemene regel kan worden aangenomen dat deze optie geschikt is voor installaties met een capaciteit >100 kWth |

| Vergunningen     |                              |
|------------------|------------------------------|
| Bouwvergunning   | Gemeente is bevoegd gezag    |
| Milieuvergunning | Tot 120 kWth vergunningsvrij |
| Wvo vergunning   | n.v.t.                       |

| Informatiebronnen                      |  |
|--|--|
| Verschillende pelletketel leveranciers | <a href="http://www.bioheat.info">www.bioheat.info</a> |

| Locatie Criteria                 |   |
|----------------------------------|---|
| Warmtegebruik op locatie         | Warmtevraag aanwezig                                  |
| Beschikbare ruimte               | Slechts beperkte ruimte nodig voor de ketel en opslag |
| Milieuhinder                     | Beperkte milieuhinder, open haard geur                |
| Beschikbare biomassa             | Inkopen   |
| Elektriciteitsgebruik op locatie | Niet van toepassing                                   |

### 6.3 Biomassa centrale Deventer

De gemeente Deventer ontwikkelt ten zuiden van de A1, boven Epse een nieuw bedrijventerrein van circa 60 ha. De procedure hiervoor loopt nog. Het doel is een terrein te ontwikkelen zonder gasaansluitingen. Dit zou bedrijven verplichten restwarmte af te nemen. Er kan dan bespaard worden op de kosten van de aanleg van een gasnet. Potentiële warmteafnemers zijn een hotel dat mogelijk bij het bedrijventerrein zal komen en de bedrijven die zich op het terrein zullen vestigen.

Eclair-E (een projectontwikkelaar van relatief kleine bio-energiecentrales) heeft plannen om hier een verbrandingsinstallatie te realiseren en warmte te leveren aan omliggende warmtevragers. Of Eclair-E met deze installatie elektriciteit gaat opwekken is afhankelijk van de eventuele nieuwe subsidieregeling op groene elektriciteit. Eclair-E heeft de voorkeur voor centrales waarin relatief schone biomassa wordt gestookt (behorende tot de zogenaamde witte lijst), maar staat open voor alternatieven. Voor Eclair-E is het interessant om met mogelijke toeleveranciers over een mogelijk gezamenlijk initiatief te praten.



Figuur 8 Biomassaverbrandingsinstallatie in Lelystad (1,7 MW<sub>e</sub>)

| <b>Algemene beschrijving</b> |  |
|------------------------------|--|
| Beschrijving                 | Van hout worden houtsnippers gemaakt (geschred of ge-chipt). Het hout wordt verbrand in een oven, waarin de hete gassen uit het proces langs een stoomketel worden geleid. Elektriciteitsopwekking gebeurt met behulp van een door een stoomturbine aangedreven generator.                 |
| Benodigde biomassa           | Dunningshout van bossen, snoeihout, energieteelt, schoon resthout uit industrieën of bouw en sloophout (max. vochtgehalte 50% ) . Voor 1.7 MWe is 25.000 ton houtchips per jaar nodig  |
| Toepassing                   | Restwarmte inzetten voor stadsverwarming, hotelcomplexen of koeling van bijvoorbeeld koelhuizen  |
| Bestaande installaties       | BEC Cuijk, 270.000 ton hout/jaar, 25 MWe<br>BEC Lelystad, 25.000 ton hout/jaar, 1,7 MWe<br>BEC Goor, 15.000 ton bouw- en sloophout/jaar, 1,7 MWe   |
| Stand der techniek           | Commercieel bewezen technologie. Meerdere rendabele installaties operationeel in Nederland. In o.a. Duitsland, Denemarken en Scandinavische landen staan veel installaties.  |
| Verwachte ontwikkeling       | Vele plannen in Nederland voor BEC's op zowel gele lijst biomassa (zoals bouw- en sloophout) als witte lijst biomassa (zoals snoeihout en dunningshout).   |
| Knelpunten en onzekerheden   | Vergunningstrajecten kunnen lang duren<br>Veranderende groene elektriciteit premies (MEP)<br>Door toenemend aantal centrales zal vraag naar houtachtige biomassa stijgen.  |
| Voordeel van de kans         | Laag drempelige technologie<br>Grote aanwezigheid van bossen in de omgeving van de Stedendriehoek.<br>Eenvoudig implementeerbaar<br>Regionale installaties kunnen gebruik maken van regionaal aanwezige biomassa die logistiek gezien eenvoudig te voeden zijn met deze regionale biomassa |

| <b>Milieuaspecten</b>            |  |
|----------------------------------|--|
| Emissies                         | Rookgasreiniging noodzakelijk met een elektrostatisch filter voor het afvangen van vlieggas en een de-Nox. De witte lijst centrale moet voldoen aan de BEES-A. De gele lijst centrale moet voldoen aan de BVA. |
| CO <sub>2</sub> -emissiereductie | De Lelystadcentrale vermijdt 5466 ton CO <sub>2</sub> per jaar   |
| Mogelijke overlast               | Transportbewegingen  |
| Reststoffen                      | Bodemas en vlieggas  |

| Financiële aspecten       |  |
|---------------------------|--|
| Investering               | Eerder genoemde bestaande installatie:<br>BEC Cuijk: 50 M€, € 2.000/kWe<br>BEC Lelystad: 12 M€, € 6.900/kWe<br><br>Algemeen kental 5 MWe: € 5.000-7.000/kWe  |
| Opbrengst                 | Eerder genoemde bestaande installatie:<br>BEC Cuijk: 190 GWh elektriciteit/jaar, geen warmte afzet<br>BEC Lelystad: 10 GWh elektriciteit/jaar, warmte voor 3000 huishoudens  |
| Terugverdientijd          | <7 jaar  |
| Economische schaalgrootte | Door schaalgrootte effect is het een feit dat de installatie zo groot mogelijk gedimensioneerd moet worden. Echter, vanwege het regionale karakter is een capaciteit van <5 MWe haalbaar. De ondergrens ligt op 1 MWe. |

| Subsidies                             |  |
|---------------------------------------|--|
| Groene elektriciteitspremie (MEP/SDE) | Bedroeg voor verbranding 9,7 €ct per kWh voor een periode van 10 jaar. Nu op nul gezet. Nieuwe subsidieregeling in de maak (SDE). Hoe deze eruit komt te zien is onbekend. |
| EIA (EnergieInvesteringsAftrek)       | De installatie komt in aanmerking voor EIA. Dit komt gemiddeld neer op een investeringssubsidie van 14%.   |

| Vergunningen     |  |
|------------------|--|
| Bouwvergunning   | Gemeente is bevoegd gezag  |
| Milieuvergunning | Provincie is bevoegd gezag als er stoffen worden verwerkt die gekarakteriseerd zijn als "afval" of als de installatie meer dan 25.000 ton per jaar verwerkt. |
| Wvo vergunning   | Indien er water geloosd wordt is een WVO vergunning nodig  |
| MER              | Een MER is nodig als er meer dan 100 ton/dag wordt verwerkt  |

| Informatiebronnen           |             |
|-----------------------------|-------------|
| Bio-energie van eigen bodem | SenterNovem |
| Expertise Ecofys            |             |

| Locatie Criteria                 |  |
|----------------------------------|--|
| Warmtegebruik op locatie         | Warmteafzet vergroot het duurzame karakter van de installatie.   |
| Beschikbare ruimte               | 3000 m <sup>2</sup> /MWe   |
| Milieuhinder                     | Het terrein moet voldoen aan milieucategorie 4. Drie kan ook maar dan moeten aanvullende eisen worden gesteld. |
| Elektriciteitsgebruik op locatie | Mogelijk aan bedrijventerrein, maar altijd levering aan net  |

## 6.4 Bio-energiecentrale De Mars

Op industrieterrein De Mars te Zutphen wordt momenteel een stortplaats uit de jaren 80 van de vorige eeuw gesaneerd. Een mogelijkheid bestaat om op deze locatie een BEC te realiseren waarin houtchips worden omgezet naar elektriciteit en warmte. Een nadeel van de locatie is dat er geen autosnelwegaansluiting in de buurt is zoals bij de andere locaties (A1, A50). Wel zal naar alle waarschijnlijkheid de N348 worden omgelegd met een noor-



delijke ontsluiting voor De Mars. Warmteafzet kan waarschijnlijk plaatsvinden op De Mars. Er bestaan plannen voor verschillende warmtevragers. Het complete project De Mars zou in 2020 moeten zijn afgerond. Specifieke warmtevraag van De Mars is niet bij Ecofys bekend, maar zou nader geanalyseerd kunnen worden.



Figuur 9 Biomassaverbrandingsinstallatie in Denemarken (4,7 MWe)

| Algemene beschrijving      |  |
|----------------------------|--|
| Beschrijving               | Van hout worden houtsnippers gemaakt (geschred of gechipt). Het hout wordt verbrand in een oven, waarin de hete gassen uit het proces langs een stoomketel worden geleid. Elektriciteitsopwekking gebeurt met behulp van een door een stoomturbine aangedreven generator |
| Benodigde biomassa         | Dunningshout van bossen, snoeihout, energieteelt, schoon resthout uit industrieën of bouw en sloophout (max. vochtgehalte 50% ) . Voor 1.7 MWe is 25.000 ton houtchips per jaar nodig  |
| Toepassing                 | Restwarmte inzetten voor stadsverwarming, hotel-complexen of koeling van bijvoorbeeld koelhuizen   |
| Bestaande installaties     | BEC Cuijk, 270.000 ton hout/jaar, 25 MWe   |
|                            | BEC Lelystad, 25.000 ton hout/jaar, 1,7 MWe  |
|                            | BEC Goor, 15.000 ton bouw- en sloophout/jaar, 1,7 MWe  |
| Stand der techniek         | Commercieel bewezen technologie. Meerdere rendabele installaties operationeel in Nederland. In o.a. Duitsland, Denemarken en Scandinavische landen staan veel installaties.  |
| Verwachte ontwikkeling     | Vele plannen in Nederland voor BEC's op zowel gele lijst biomassa (zoals bouw- en sloophout) als witte lijst biomassa (zoals snoeihout en dunningshout).   |
| Knelpunten en onzekerheden | Vergunningstrajecten kunnen lang duren   |
|                            | Veranderende groene elektriciteit premies (MEP)  |

|                      |  |
|----------------------|--|
|                      | Door toenemend aantal centrales zal vraag naar houtachtige biomassa stijgen.   |
| Voordeel van de kans | Laag drempelige technologie  |
|                      | Grote aanwezigheid van bossen in de omgeving van de Stedendriehoek, waaruit veel dunningshout gehaald kan worden.                                      |
|                      | Eenvoudig implementeerbaar   |
|                      | Regionale installaties kunnen gebruik maken van regionaal aanwezige biomassa die logistiek gezien eenvoudig te voeden zijn met deze regionale biomassa |

#### Milieuaspecten

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Emissies                         | Rookgasreiniging noodzakelijk met een elektrostatisch filter voor het afvangen van vliegas en een Denox. De witte lijst centrale moet voldoen aan de BEES-A. De gele lijst centrale moet voldoen aan de BVA. |
| CO <sub>2</sub> -emissiereductie | De Lelystad-centrale vermijdt 5466 ton CO <sub>2</sub> per jaar  |
| Mogelijke overlast               | Transportbewegingen  |
| Reststoffen                      | Bodemas en vliegas   |

#### Financiële aspecten

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Investering               | Eerder genoemde bestaande installatie:<br>BEC Cuijk: 50 M€, € 2.000/kWe<br>BEC Lelystad: 12 M€, € 6.900/kWe<br>Algemeen kental 5 MWe: € 5.000-7.000/kWe  |
| Opbrengst                 | Eerder genoemde bestaande installatie:<br>BEC Cuijk: 190 GWh elektriciteit/jaar, geen warmte afzet<br>BEC Lelystad: 10 GWh elektriciteit/jaar, warmte voor 3000 huishoudens  |
| Terugverdientijd          | <7 jaar  |
| Economische schaalgrootte | Door schaalgrootte effect is het een feit dat de installatie zo groot mogelijk gedimensioneerd moet worden. Echter, vanwege het regionale karakter is een capaciteit van <5 MWe haalbaar. De ondergrens ligt op 1 MWe. |

#### Subsidies

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| Groene elektriciteitspremie (MEP/SDE) | Bedroeg voor verbranding 9,7 €ct per kWh voor een periode van 10 jaar. Nu op nul gezet. Nieuwe subsidieregeling in de maak (SDE). Hoe deze eruit komt te zien is onbekend. |
| EIA (EnergieInvesteringsAftrek)       | De installatie komt in aanmerking voor EIA. Dit komt gemiddeld neer op een investeringssubsidie van 14%.   |

#### Vergunningen

|                  |  |
|------------------|--|
| Bouwvergunning   | Gemeente is bevoegd gezag  |
| Milieuvergunning | Provincie is bevoegd gezag als er stoffen worden verwerkt die gekarakteriseerd zijn als "afval" of als de installatie meer dan 25.000 ton per jaar verwerkt. |
| Wvo vergunning   | Indien er water geloosd wordt is een WVO vergunning nodig  |
| MER              | Een MER is nodig als er meer dan 100 ton/dag wordt verwerkt  |

| <b>Informatiebronnen</b>    |             |
|-----------------------------|-------------|
| Bio-energie van eigen bodem | SenterNovem |
| Expertise Ecofys            |             |

| <b>Locatie Criteria</b>         |  |
|---------------------------------|--|
| Warmtegebruik op locatie        | Warmteafzet vergroot het duurzame karakter van de installatie.   |
| Beschikbare ruimte              | 3000 m <sup>2</sup> /MWe   |
| Milieuhinder                    | Het terrein moet voldoen aan milieucategorie 4. Drie kan ook maar dan moeten aanvullende eisen worden gesteld. |
| Elektriciteitgebruik op locatie | Mogelijk aan bedrijventerrein, maar altijd levering aan net  |

## 7 Analyse van synergie- en knelpunten

*In dit hoofdstuk leggen we de resultaten van de voorgaande inventarisaties naast elkaar en analyseren we de mogelijke synergie- en knelpunten tussen het potentieel aan biomassa en de bestaande waarden in het gebied*

### 7.1 Huidige beschikbaarheid biomassa

De huidige beschikbaarheid wordt voornamelijk bepaald door twee biomassastromen, namelijk (1) biomassa die vrijkomt uit het terreinbeheer van grote beheerders, inclusief het stedelijk groen en (2) uit “overige stromen” wat in dit geval neerkomt op biomassa uit het onderhoud van landschappelijke beplantingen en erfbeplantingen in het agrarische gebied. De resultaten van onze inventarisatie van de eerste stroom (grote beheerders) zijn samengevat in Tabel 7.

Tabel 7 Overzicht hoeveelheden beschikbare biomassa bij grote beheerders

|                    | <b>Tak- en snoeihout (vers)</b> |
|--------------------|---------------------------------|
| Gemeente Voorst    | 100 ton                         |
| Gemeente Apeldoorn | 15 ton                          |
| Waterschap         | 0                               |
| Natuurmonumenten   | 200 ton                         |
| Totaal             | <b>315</b>                      |

Bovenstaande tabel geeft aan dat er bij de grote beheerders een bescheiden hoeveelheid van 315 ton (vers) hout jaarlijks beschikbaar komt. Zoals vermeld in paragraaf 5.1, is berm- en slootmaaisel niet geschikt voor thermische conversie en deze stromen zijn daarom buiten beschouwing gelaten bij het berekenen van het totale biomassa potentieel.

De hoeveelheid biomassa die vanuit het reguliere onderhoud van landschappelijke beplantingen en erfbeplantingen beschikbaar kan komen is samengevat in Tabel 8.

Tabel 8 Inschatting beschikbare biomassastromen vanuit landschappelijke beplanting en erfbeplantingen

|  | <b>Hoeveelheid beschikbare verse biomassa</b> |
|--|---|
| Bomen rijen                            | 475 ton                                       |
| Lanen                                  | 371 ton                                       |
| Houtwallen, singels en erfbeplantingen | 941 ton                                       |
| Totaal potentieel houtige biomassa     | <b>1.787 ton</b>                              |

De totale hoeveelheid biomassa die op dit moment jaarlijks vrij komt, is dus 315 ton (grote beheerders) + 1.787 ton (overige stromen), wat uitkomt op **2.100 ton verse biomassa**.

Met deze hoeveelheid biomassa zouden een aantal houtboilers gevoed kunnen worden. Deze hoeveelheid is onvoldoende voor bio-energiecentrales waarmee elektriciteit en warmte wordt opgewekt.

## 7.2 Toekomstige beschikbaarheid

Om de toekomstige beschikbaarheid van biomassa te kunnen inschatten, hebben we de oppervlakte van deelgebieden bepaald waar er geen negatieve invloed is te verwachten van de oogst van biomassa op de aanwezige waarden (Tabel 9). Voor de exacte berekening verwijzen wij naar Hoofdstuk 4.

Tabel 9 Overzicht toekomstige biomassa beschikbaar voor energieopwekking

|   | <b>Beschikbare biomassa totaal</b> |
|---|------------------------------------|
| Bestaand bos meer oogsten                       | 2.100 ton                          |
| Bestaand bos tak en tophout oogsten             | 1.500 ton                          |
| EHS verweven.                                   | 710 ton                            |
| EHS verbindingzones.                            | 1.600 ton                          |
| Uiterwaarden in het vogelrichtlijng gebied      | 210 ton                            |
| <b>Totaal potentieel extra houtige biomassa</b> | <b>6.120 ton</b>                   |

## 7.3 Samenvatting totale biomassa potentieel

Het totale potentieel aan verse biomassa is in het gebied van de Beekbergse Poort ruim **8.000 ton per jaar**:

- Huidige beschikbaar: 2.100 ton
- Toekomstig beschikbaar: 6.120 ton.
- Opgeteld totaal potentieel: 8.220 ton

Hierbij moet echter opgemerkt worden dat de 1.600 ton die uit energieteelt in ecologische verbindingzones zou kunnen komen, in de praktijk waarschijnlijk niet haalbaar is. Dit gezien de houding van de agrarische ondernemers en het ontbreken van een voldoende aantrekkelijk subsidiekader. Daar staat tegenover dat met de extra oogst van een deel van takken in het bestaande bos ruim 1.500 ton extra biomassa beschikbaar zou kunnen komen. De orde van grootte van de het biomassapotentieel in de Beekbergse Poort ligt dan toch weer rond de 8.000 ton verse biomassa. Indien deze structurele hoeveelheid biomassa gecombineerd zou kunnen worden met het aanbod uit het aangrenzende gebied van het Centraal Veluws Natuurgebied (minimaal 20.000 ton), dan hebben we het over een aanzienlijke hoeveelheid regionale biomassa.

## 7.4 Analyse van synergie- en knelpunten

Tijdens de interviews met terreinbeheerders is een aantal randvoorwaarden in beeld gekomen waaraan voldaan moet worden bij het inzamelen van biomassa:

- Verbeteren van de bereikbaarheid van terreinen
- Organiseren van een centrale coördinatie van inzameling bij particulieren

- Stimuleren van de bereidheid van natuurbeheerders om (meer) hout te oogsten uit landschappelijke beplantingen
- Er moet een gunstige verhouding zijn tussen kosten en opbrengsten

Naast deze praktische randvoorwaarden voor de inzameling van biomassa, zijn er bestaande recreatieve, aardkundige, archeologische, cultuurhistorische, landschappelijke, ecologische en economische waarden in het gebied aanwezig die een impact kunnen hebben op de inzet van biomassa uit de Beekbergse Poort. Deze impact kan ook voor gelijksoortige, agrarische regio's relevant zijn. Hieronder is samengevat wat de mogelijke impact (positief, negatief of neutraal) kan zijn van de oogst van biomassa op de aanwezige waarden in het gebied:

- Recreatieve waarden: voor biomassa reststromen is er in het algemeen een positieve invloed op recreatieve waarden.
- Landschappelijke waarden: op aardkundige waarden kan biomassa-oogst een negatieve invloed hebben. Voor de overige landschappelijke waarden heeft de oogst van biomassa een positief effect indien er gestreefd wordt naar versterking van het kleinschalige karakter van het landschap, wat overigens perfect aansluit bij het vigerende beleid.
- Ecologische waarden: de oogst van houtachtige biomassa heeft meestal een neutrale tot negatieve invloed op de aanwezige ecologische waarden in het gebied. Echter bij grasmaaisels is er veelal een positieve invloed op de ecologische waarden.
- Economisch: aangezien er vooral gekeken is naar reststromen en de verwachting bestaat dat energieteelt geen relevante omvang zal krijgen in de Beekbergse Poort, is er nauwelijks sprake van enige invloed op economische waarden. Het effect is neutraal.

In gebieden met recreatieve en landschappelijke waarden kunnen win-win situaties ontstaan. Er is duidelijk sprake van synergie van biomassa-oogst met recreatieve waarden. Dit is voor grote delen van de Beekbergse Poort het geval. Bij bepaalde landschappelijke waarden (met name bij aardkundige waarden) kunnen er evenwel knelpunten ontstaan. Deze knelpunten kunnen nog versterkt worden indien niet voldaan kan worden aan de praktische randvoorwaarden zoals een centrale coördinatie van de biomassa-oogst en het verbeteren van de bereikbaarheid van de landschappelijke beplantingen (bijvoorbeeld door overleg met de eigenaren van aangrenzende percelen). In beperkte gebieden waar belangrijke aardkundige waarden voorkomen, moet er opgepast worden met de oogst van biomassa voor energieopwekking.

## **7.5 Hebben we een businesscase?**

De huidige en toekomstige hoeveelheid biomassa die beschikbaar kan komen voor energetische toepassingen (tussen de 6.000 en 8.000 ton per jaar) in de Beekbergse Poort is op zich groot genoeg om daarmee een aantal houtchipboilers van brandstof te voorzien. Deze hoeveelheid is onvoldoende voor bio-energiecentrales waarmee elektriciteit en warmte wordt opgewekt. Verbranding van houtige biomassa voor warmtelevering is een robuuste

en bewezen technologie die in het buitenland (o.a. in Zweden, Denemarken, Duitsland en Oostenrijk) veelvuldig op commerciële schaal wordt toegepast. De financiële haalbaarheid hangt o.a. af van de schaalgrootte, vermeden aardgaskosten (wellicht vermeden aardgasinfrastructuur), de inzamelingsstructuur, de transportkosten en van de aanschafprijs van de biomassa (vergoeding voor de terreineigenaar).

Naar onze inschatting wordt de businesscase kansrijker als het biomassa-aanbod gecombineerd wordt met biomassa uit het Centraal Veluws Natuurgebied. Dat vereist iets meer coördinatie op het logistieke vlak, maar volgens de AVIH is de Nederlandse aannemerij dat wel toevertrouwd. Door het grotere aanbod kunnen fluctuaties in het seizoen gemakkelijker worden opgevangen (gebufferd) en neemt de leveringszekerheid en daarmee de bedrijfszekerheid van de installatie aanzienlijk toe.

Door middel van interviews met de belangrijkste terreinbeherende organisaties hebben wij de indruk gekregen dat zij positief aankijken tegen de mogelijkheid om de ontwikkeling en het beheer van natuur en landschap (mede) te financieren door het stimuleren van de oogst van biomassa voor duurzame energie. Daarbij moet worden opgemerkt dat zij houtige biomassa niet als een probleem ervaren: het kan wat hun betreft meer geoogst worden maar het kan ook net zo goed gewoon in het bos blijven staan of liggen. Grasachtige biomassa, zoals bermmaaisel en maaisel van hooilanden en andere natuur waar maaien als beheersmaatregel wordt toegepast, wordt door de natuurbeheerders daarentegen wel als een probleemgrondstof opgevat, waarvoor ze hoge kosten moeten maken om er vanaf te komen. Als er een oplossing gevonden kan worden voor de energetische verwerking van grasachtig materiaal, dan zouden zij dat zeer toejuichen. Op dit moment levert de thermische conversie van grasachtige biomassa nog grote technologische problemen op, terwijl ook de logistiek en de wetgeving nog op een aantal punten tekort schieten (grasmaaisel moet binnen een straal van 1 km plaatselijk verwerkt worden omdat het anders als een afvalstof moet worden opgevat, waarvoor strenge eisen gelden ten aanzien van transport en opslag).

Voor eenvoudige recht-toe-recht-aan verbranding zijn installaties van allerlei schaalgroottes commercieel verkrijgbaar. De huidige verkoopprijs van gechipte biomassa van circa 40 tot 45 euro per verse ton, zoals o.a. Staatsbosbeheer kan leveren franco centrale, is voor verbrandingsdoeleinden eigenlijk iets te hoog. Voor verbranding bestaan er immers geen MEP subsidies of vergelijkbare stimuleringsregelingen en de schaalgrootte is veel kleiner dan voor WKK of grotere elektriciteitscentrales, waardoor de investering per geïnstalleerde MW hoger is. Bij een biomassaprijs in de range van 25-35 euro/verse ton zou de inzet van biomassa voor kleinschalige warmteopwekking financieel uit kunnen.

Het is dus zaak om een zodanige mix van goedkope en wat duurdere biomassa samen te stellen, dat het gemiddeld genomen uit kan. Door optimalisatie in de keten en ketensamenwerking tussen de diverse actoren moet dit haalbaar kunnen zijn. Dat vereist een centrale coördinatie van de biomassa-inkoop, de oogst van “hout-op-stam” in eigen beheer en de inrichting van enkele biomassawerven op strategische locaties verspreid over het ge-

bied, waar bundeling, schaalvergroting, mengen van verschillende partijen en een stuk kwaliteitscontrole kunnen worden gecombineerd.

Indien marktpartijen in Midden-Nederland daartoe bereid zijn (en uit onze interviews is gebleken dat die bereidheid zeker bestaat bij een aantal bosexploitanten en houttransport-ondernemingen aangesloten bij de AVIH), dan zijn alle ingrediënten aanwezig voor economisch gezonde businesscase. Er lijkt dus voldoende economische legitimatie te zijn voor een nadere uitwerking van het downstream gedeelte van de keten en de ontwikkeling van een business plan. Daarin kan in detail worden uitgewerkt welke lokale partijen eventueel geïnteresseerd zijn om hierbij betrokken te zijn, hetzij als uitvoerder of als projectontwikkelaar of investeerder en of het project economisch rendabel is op te zetten.



## 8 Conclusies en aanbevelingen

---

### 8.1 Conclusies

- Gezien het beschikbare (huidig en toekomstig) potentieel aan verse biomassa in de regio (circa 8.000 ton verse biomassa), kan geconcludeerd worden dat er goede mogelijkheden zijn voor inzameling en toepassing van biomassa voor energieopwekking; zeker wanneer dit gecombineerd wordt met biomassa-aanbod van het Centraal Veluws Natuurgebied<sup>9</sup>.
- De aanwezige waarden in het gebied zullen hieronder niet of nauwelijks te lijden hebben. Recreatieve en landschappelijke waarden kunnen door de oogst van biomassa zelfs versterkt worden, waardoor er een win-win situatie ontstaat.
- Er is door Ecofys een verkennende studie gedaan naar thermische conversiemogelijkheden binnen de Stedendriehoek. Drie opties zijn op basis van beschikbare kennis er uitgelicht. Deze opties geven aan dat er goede mogelijkheden zijn voor biomassatoepassingen in de regio Beekbergse Poort in een range van grootte van 500 ton (houtchip boilers) tot 25.000 ton (bio-energiecentrale).
- Met de beschikbare hoeveelheid biomassa zouden enkele tientallen houtchipboilers of een bio-energiecentrale in de regio gerealiseerd kunnen worden. Bij een biomassa leveringsprijs in de range van 25-35 euro/verse ton zou de inzet van biomassa voor kleinschalige warmte-opwekking financieel uit kunnen.
- De belangrijkste terreinbeherende organisaties staan in principe sympathiek tegenover de mogelijkheid om de ontwikkeling en het beheer van natuur en landschap (mede) te financieren door het stimuleren van de oogst van biomassa voor duurzame energie op hun terreinen.
- De resultaten van deze studie ‘casestudy Beekbergse Poort’ suggereren dat er voldoende economische legitimatie is voor een nadere uitwerking van het downstream gedeelte van de keten en de ontwikkeling van een businessplan.

---

<sup>9</sup> Er is uit gesprek met Staatsbosbeheer en vanuit afstemming van het deeltraject met betrekking tot Centraal Veluws Natuurgebied gebleken dat Staatsbosbeheer vanuit dit gebied ongeveer 20.000 ton biomassa aan zou kunnen leveren voor energiedoelinden.

## 8.2 Aanbevelingen

- Creëer een centraal aanspreekpunt voor de verschillende partijen die biomassa aanbieden/inzamelen en zorg dat er een gestructureerd inzamelingsstelsel opgezet wordt.
- Ga na of een composteerbedrijf, biomassaleverancier of bosexploitant/houthandelaar een dergelijke coördinerende rol op zich wil nemen.
- Zet lokale biomassawerven op die kunnen dienen voor opslag, mengen en verkleinen van biomastromen en het uitvoeren van kwaliteitscontrole. Dit beperkt de lokale transportkosten, vergemakkelijkt de inzameling en maakt een betere spreiding over het seizoen mogelijk.
- Ga op zoek naar mogelijke investeerders en exploitanten voor houtchipboilers en bio-energie installaties om nieuwe afzetmogelijkheden voor de biomassa te creëren (downstream assessment).
- De in hoofdstuk 6 weergegeven voorbeeldopties zijn gebaseerd op aanwezige kennis bij Ecofys. Wellicht bestaan in de regio interessantere opties, maar hiervoor is nader onderzoek noodzakelijk.

## Referenties

---

*Visie en Uitvoeringsprogramma Beekbergse Poort.* Dienst Landelijk Gebied, februari 2005

*Streekplan Gelderland 2005: Kansen voor de regio's,* Provincie Gelderland, 2005

*Project ecologische poorten Veluwe: De Beekbergse Poort,* Provincie Gelderland

*Nota ruimte,* Ministerie VROM, 2006

*Kuiper 2003 – 'Samenvatting van de resultaten van 6 jaar onderzoek naar energieteelt'*  
 Leen Kuiper, Centrum voor Biomassa Innovatie, Wageningen December 2003  
 ([www.probos.net](http://www.probos.net))

*Bossenkaart van Nederland,* Stichting Bosdata

Digitale bestanden Provincie Gelderland:

- *GEO\_PP05\_Aardkundige\_kwaliteiten\_clip*
- *GEO\_PP05\_Ecol\_Hoofdstructuur\_EHS\_clip*
- *GEO\_PP05\_Historische\_geografie\_clip*
- *GEO\_PP05\_Historische\_geografie\_v\_clip*
- *GEO\_PP05\_Nationaal\_Landschap\_clip*
- *GEO-PP05\_Natte\_natuur\_clip*
- *GEO-PP50\_NSW\_landgoederen\_clip*
- *GEOPP05\_Open\_gebieden\_clip*
- *GEO-PP05\_Open\_water\_clip*
- *GEO\_PP05\_Stiltegebieden\_clip*

*Geraapleegde webpagina's:*

[www.Gelderland.nl](http://www.Gelderland.nl)

[www.veluwe.nl](http://www.veluwe.nl)

[www.veluwecommissie.nl](http://www.veluwecommissie.nl)

[www.lnv.nl](http://www.lnv.nl)

[www.voorst.nl](http://www.voorst.nl)

[www.apeldoorn.nl](http://www.apeldoorn.nl)

<http://www.avih.nl/antwoorden/stere.htm>

*Interviews zijn gehouden met de volgende instanties/contactpersonen:*

**Staatsbosbeheer:** dhr. Z. van Olst en H. Wanningen

**Natuurmonumenten:** dhr. A. Heineman en H. van den Akker

**Boomrooierij Weijtmans:** Dhr. K. Weijtmans.

**Gemeente Voorst:** dhr. B. Roeterd

**Gemeente Brummen:** dhr. H. de Boer

**Gemeente Apeldoorn:** dhr. H. Kuijpers

**Natuurmonumenten Oost :** Dhr. R. Vermeulen

**Provincie Gelderland:** Dhr. T. Wassink

**Stichting Bosdata:** Dhr. P. Schnitger

**Waterschap Veluwe:** dhr. A.J. Verboom en dhr. W. van Vilsteren

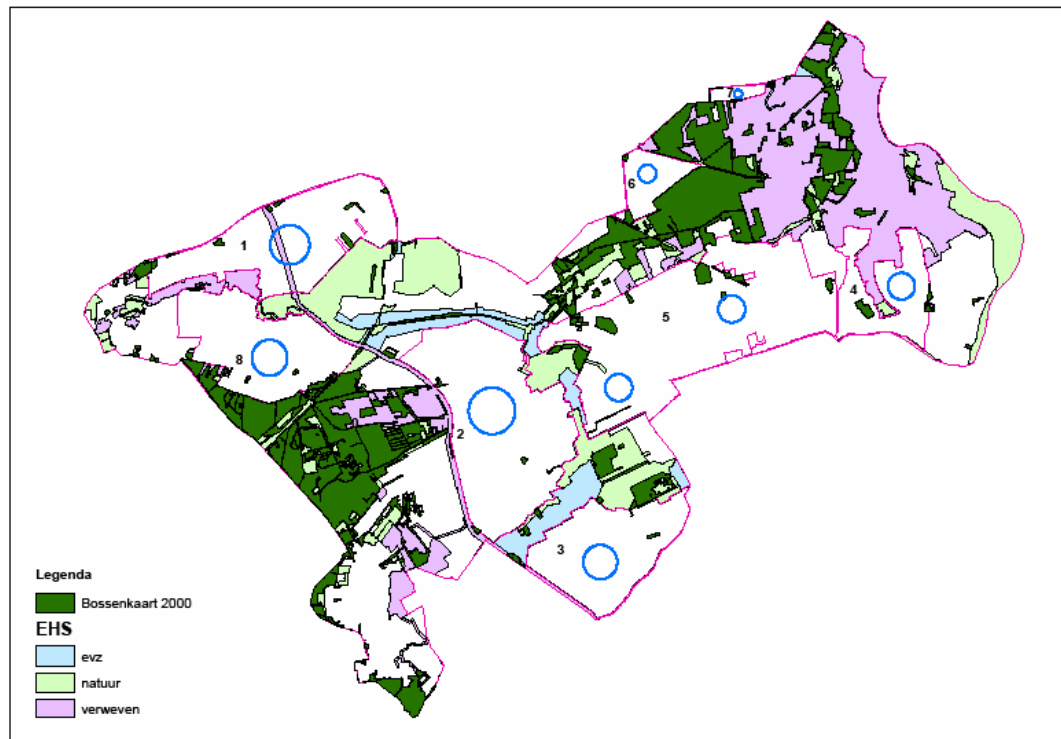
**Algemene Vereniging Inlands Hout:** Dhr. C. Boon

**Bosgroep Midden-Nederland:** dhr. R. Janssen

## **Bijlagen**

---

**Bijlage 1: Bos en natuur huidig en gepland**



## **Bijlage 2: Projectie kaart**

---

Resultante van de projectie van alle waarden in het gebied die invloed hebben op de kansen voor de ontwikkeling van intensieve teelt van houtige biomassa.

