

Rendabel landgoedbosbeheer door CO2 reductie.

*Verkoop hout, maar verkoop **ook** warmte en energie.*

In opdracht van: Bosgroep Noord- Oost Nederland



Bosgroep Noord-Oost Nederland

Hogeschool van Hall Larenstein



Auteur: V.J. (Coos) Aalbers
Datum: juni 2011
Status: Afstudeerscriptie
Studierichting: Bos- en Natuurbeheer
afstudeerrichting: Bosbouw/ Urban Forestry
Vastgoed management

Onderwijs instelling: Hogeschool Van Hall Larenstein, Dhr. J. Raggars, docent Bosbouw
Externe begeleiding: Bosgroep Noord- Oost Nederland, Dhr. M. den Hoedt

Voorwoord

Dit rapport heb ik geschreven gedurende een periode van vier maanden in het kader van het afstuderen. Het afstuderen betrof de combinatie twee majors. De major Bosbouw/ Urban forestry en de major Vastgoed management. De combinatie van onderdelen/onderwerpen uit beide studierichtingen is zo goed als mogelijk gemaakt en verwerkt in dit rapport. Deze studierichtingen komen in mijn overtuiging op het gebied van landgoedbeheer het dichtst bij elkaar. Op een landgoed vindt bosbeheer/houtproductie plaats. Dit draagt bij aan de rentabiliteit van het landgoed en het streven naar inkomen staat hoog in het vaandel. Een goed landgoedbeheer is een met opbrengsten kostendekkend beheer en indien mogelijk een winstgevendheid. Hierbij is het van belang de marktwerking en ontwikkelingen nauwlettend te volgen en wanneer mogelijk in te springen als dat de financiële situatie kan verbeteren. Zodoende is de mogelijkheid tot het vermarkten van energiehout onderzocht. Hierbij is als extra, in het kader van de richting Vastgoedmanagement, aandacht besteed aan contractvormen voor een dergelijke situatie.

Dit rapport heb ik kunnen schrijven met dank aan mijn externe begeleider dhr. M den Hoedt werkzaam bij de organisatie: de Bosgroep Noord- Oost Nederland. Dank voor de begeleiding, de feedback, de betrokkenheid en de geboden mogelijkheid tot het ontwikkelen van mijn eigen capaciteiten. Ik mocht een prettige werksfeer, een werkplek en mogelijkheid tot overleg genieten. Mijn begeleider namens de Hogeschool Van Hall Larenstein, bosbouwdocent dhr. J. Riggers toonde betrokkenheid, was aanspreekbaar voor de begeleiding en de momenten van terugkoppeling. Hartelijk dank daarvoor.

Witharen, juni 2011

V.J. (Coos) Aalbers

Samenvatting

Landgoed Boschoord is onderdeel van de stichting Maatschappij van Weldadigheid (MvW). Dit landgoed fungeert als onderzoekgebied van deze haalbaarheidstudie. Ter beantwoording van de hoofdvraag wordt in eerste instantie gedefinieerd wat biomassa is en in welke vorm(en) het beschikbaar is op landgoed Boschoord. Gezien het landgoed grotendeels uit bos bestaat is hout in de vorm van houtchips gekozen. Houtchips kunnen doormiddel van een verbrandingsinstallatie in energie worden omgezet. Een aspect dat aan de orde is bij oogst van biomassa/ energiehout is mogelijke verschaling van de bosgrond. De significantie hiervan is beoordeeld aan de hand van uitspraken van deskundigen. Onder energiehout wordt met name het tak- en tophout verstaan. Ook hout uit onrendabele dunningen en slecht functionerende opstanden zijn in dit onderzoek als energiehout aangeduid. De jaarlijkse hoeveelheid geoogst hout is berekend doormiddel van analyse van de resultaten van de afgelopen jaren. Het totaal van het beschikbare volume energiehout, uit alle houtstromen op het landgoed, is berekend doormiddel van de Biomassa Expansie Factor. Omdat niet zeker is welke houtstromen daadwerkelijk benut gaan worden zijn drie 'oogstscenario's' gedefinieerd. Zodoende kan bijvoorbeeld gekozen worden de houtstroom 'brandhout' als energiehout in te zetten. Ook het energiehout uit kaalslag, zoals in 2010 plaatsvond, is optioneel omdat dit niet noodzakelijk consequent plaats zal vinden. Voorgesteld wordt het 'verjongingsplan Boschoord' na te streven, van deze stroom vrijkomend energiehout wordt in de berekening uitgegaan. De energie inhoud van de oogstbare houtchips is berekend ter vergelijking met de uitkomsten van berekeningen uit een gehanteerd rekenmodel. Het is van de kwaliteit van de houtchips afhankelijk hoeveel energie hieruit opgewekt kan worden. Daarom is de optimale kwaliteit gedefinieerd en zijn de vereisten vastgesteld. Aan de hand van de oogstbare hoeveelheid houtchips per jaar is beoordeeld welke capaciteit verbrandingsinstallatie mogelijk is, uitgegaan van 4000 draaiuren per jaar. Ter vergelijking zijn referentieprojecten bezocht waar, doormiddel van houtchips, warmte (en elektriciteit) succesvol wordt opgewekt. Er is een vergelijking tussen het verbruik van deze installaties, de energieproductie en de beschikbare hoeveelheid op landgoed Boschoord gemaakt. Afgeraden wordt op deze (kleine) schaal elektriciteit op te wekken. Dit is niet rendabel en er is een risico op het instabiel raken van de daarvoor benodigde turbine. Dit is de reden dat in dit onderzoek enkel op productie van warmte energie (kWh(th)) wordt ingezet. De mogelijke capaciteit, uitgedrukt in het vermogen in kW, van de installatie is ook gebleken uit het rekenmodel. In dit rekenmodel zijn de drie optionele hoeveelheden uit de kapsenario's, samen met de houtchips kwaliteitsvereisten, ingevoerd. Ter benadering van de warmtevraag zijn twee mogelijke opties onderscheiden. Onder deze twee opties worden verstaan: het kantoor en het museum onderdeel van de MvW en Het behandelcentrum Hoeve Boschoord. Met de warmteproductie van de verbrandingsinstallatie, mogelijk met de hoeveelheid houtchips uit kapsenario 2, blijkt aan de warmtevraag van twee 'opties' samen te kunnen worden voldaan. De afstand tussen beide blijkt echter te groot om de warmte te kunnen transporteren zonder (te)veel verlies. Daarom wordt voorgesteld alleen het behandelcentrum te voorzien. Doormiddel van het rekenmodel is de totale investeringsrichtprijs berekend. Daarnaast zijn de bijkomstige kosten en baten geanalyseerd. Op grond daarvan is de kostprijs per kWh(th) berekend. Tussen de huidige opbrengst van de verkoop van houtchips/ton aan de bosweg tegen de marktwaarde van het energie equivalent van aardgas, is gebleken dat hiertussen een marge van ca. € 97,-. De investeringskosten zouden alleen daardoor in 6-7 jaar terugverdiend kunnen zijn. (De bijkomstige kosten en baten niet meegenomen). Gebleken is dat 'maatwerk' per individuele situatie en specialistische kundigheid vereist zijn om de exacte berekening te kunnen maken. Het uiteindelijk resultaat van deze studie is vormgegeven in een 'opzet van criterium'. Dit vormt tezamen met de aanbevelingen de conclusie. Als extra is een opzet van contractvormen opgenomen. Deze zijn van belang zijn in het geval dat houtchips van derde worden afgenomen en/of een samenwerkingsverband van warmte levering wordt aangegaan. De onderzoekvraag is hiermee beantwoord. Het verkopen van warmte, geproduceerd uit houtchips van eigenbodem, meegenomen de factoren, is haalbaar op landgoed Boschoord.

Inhoudsopgave

| | |
|---|-----------|
| Voorwoord | 3 |
| Samenvatting | 4 |
| Inhoudsopgave | 5 |
| 1. INLEIDING. | 7 |
| 1.2. Probleemstelling..... | 8 |
| 1.3. Doelstelling..... | 8 |
| 1.4. Onderzoeksvraag..... | 9 |
| 1.5. Deelvragen..... | 9 |
| 1.6. Onderzoekmethodiek en werkwijze..... | 10 |
| 1.7. Beperkingen in het onderzoek. | 11 |
| 1.8. Te verwachten resultaten. | 11 |
| 1.9. Leeswijzer. | 11 |
| 2. ACHTERGRONDEN. | 12 |
| 2.1. Het begrip CO2 reductie..... | 12 |
| 2.2. Centralisatie..... | 12 |
| 2.4. Ecologisch aspect bij extractie van biomassa uit bos..... | 13 |
| 3. BIOMASSA ALS ENERGIEBRON. | 15 |
| 3.1. Biomassa..... | 15 |
| 3.1.2. Biomassa volgens de Cramer criteria. | 15 |
| 3.1.3. Vormen van biomassa. | 16 |
| 3.2. Biomassa uit bos..... | 17 |
| 3.2.1. Biomassa Expansie Factor (B.E.F.) | 17 |
| 3.2.2. Houtchips..... | 18 |
| 3.3. Energie inhoud/ brandwaarde chips..... | 19 |
| 3.3.1. Vochtgehalte. | 19 |
| 3.3.2. Kwaliteit van de chips..... | 20 |
| 3.3.3. Van versgewicht naar droge stof:..... | 20 |
| 3.3.4. De brandwaarde..... | 21 |
| 4. VERBRANDINGSINSTALLATIES. | 22 |
| 4.1. De techniek..... | 22 |
| 4.2. De technische beschrijving referentieinstallaties. | 22 |
| 4.2.1. Beetsterzwaag. | 22 |
| 4.2.2. Paprikateler Vink. | 22 |
| 4.3. Soort verbrandingsinstallaties onder welke omstandigheden..... | 23 |
| 5. BOSBEHEER BOSCHOORD..... | 24 |
| 5.1. Bosbeheer en situatie..... | 24 |
| 5.1.1. Vergrijzing op Boschoord. | 25 |
| 5.1.2. Verjongingsplan Boschoord..... | 26 |
| 5.2. Berekening van tak- en tophout volume..... | 27 |
| 5.2.1. Opbrengst tabellen..... | 28 |
| 5.3. Berekeningen toegepast op de verschillende houtstromen..... | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 5.3.1. Stamhout dunning huidig + potentiële oogst biomassa. | 29 |
| 5.3.2. Kaalslagen huidig + potentiële oogst biomassa. | 30 |
| 5.3.3. Slecht renderende opstanden + potentiële oogst biomassa. | 30 |
| 5.3.4. Brandhout huidig + potentiële oogst biomassa. | 31 |
| 5.3.5. Laanbomen huidig + potentiële oogst biomassa. | 31 |
| 5.3.6. Hoe groot is de biomassa aanwas per jaar op het landgoed? | 31 |
| 5.3.7. De totalen. | 32 |
| 6. HUIDIG ENERGIEVERBRUIK EN HET ALTERNATIEF OP BOSCHOORD. | 33 |
| 6.1. Markt en energieafzet productie in kWh(th) en/of kWh(e)..... | 33 |
| 6.1.1. Seizoensafhankelijke warmtevoorziening. | 33 |
| 6.2. Kantoor en museum. | 34 |
| 6.2.1. Elektriciteit en gasverbruik. | 34 |
| 6.2.2. Warmtevraag. | 34 |
| 6.3. Behandelcentrum Hoeve Boschoord. | 35 |
| 6.3.1. Elektriciteitsverbruik: | 35 |
| 6.3.2. Gasverbruik: | 36 |
| 6.3.3. Warmtevraag. | 36 |
| 6.4. Energie op Boschoord middels de biomassaverbrandingsinstallatie..... | 37 |
| 6.4.1. Volstaat de hoeveelheid chips om aan deze warmtevraag te kunnen voldoen? | 38 |
| 6.4.2. Bijpassende installatie. | 39 |
| 7. REALISATIE VERBRANDINGSINSTALLATIE BOSCHOORD. | 40 |
| 7.1. Investeringskosten van de centrale..... | 40 |
| 7.2. Transport. | 41 |
| 7.2.1. Aanvoerwegen..... | 41 |
| 7.3. Opslagterrein. | 41 |
| 7.3.1. Transportnetwerk buizen. | 41 |
| 7.4. Boswerkzaamheden. | 42 |
| 7.5. De kostenberekening. | 44 |
| 7.5.2. Houtchips versus warmte..... | 45 |
| 7.5.3. Berekening kostprijs. | 45 |
| 7.6. Contractvormen. | 46 |
| 7.6.1. Biomassa houtchips leveringscontract. | 46 |
| 7.6.2. Biomassawarmte leveringscontract. | 47 |
| 8. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN. | 49 |
| 8.1. Opzet van criterium..... | 49 |
| 8.2. Conclusie. | 50 |
| 8.3. Aanbevelingen..... | 52 |
| Bronvermelding. | 53 |

1. INLEIDING.

Sinds het vervallen van het oude (P)SN subsidiestelsel Programmabeheer en het inwerkingtreden van het SNL subsidiestelsel, is de subsidie voor bosbeheer met productiefunctie omlaag gegaan. SNL is sinds januari 2010 inwerking getreden. Dit subsidiestelsel is ondergebracht in het Provinciaal Ontwikkelingsprogramma (POP2) en gefinancierd vanuit het Investeringsbudget Landelijk Gebied (ILG). In 2009 ontving de particuliere bos/landgoedeigenaar nog een vergoeding van gemiddeld € 81,- per hectare (inclusief het recreatiepakket). Op basis van het nieuwe subsidiestelsel is de vergoeding circa € 40,- per hectare lager. Gemiddeld genomen sloten boseigenaren het boekjaar 2009 met een negatief getal¹. De houtprijs is zeer variabel, de beheers/oogstkosten van bos zijn altijd hoog.

Op grond van deze achteruitgang is de vraag, hoe een willekeurig landgoed beheerd kan blijven worden bij minder inkomen uit subsidie en sterk fluctuerende (hout)opbrengsten, zeer relevant. Is er een alternatieve en constantere inkomstenbron uit bosbeheer mogelijk? Daarnaast is, afgaand op de recente ontwikkelingen rondom het gebruik van biomassa(energiehout), de vraag ontstaan of ook deze houtstroom als inkomstenbron voor een landgoed kan fungeren. Is deze stroom beter te benutten dan momenteel gebeurt? Doormiddel van de beschikbare technieken kan biomassa in energie omgezet worden en wellicht een hogere prijs voor het hout opleveren.

Voortkomend uit deze vraag heeft de Bosgroep Noord Oost Nederland gevraagd een haalbaarheidstudie te doen naar de mogelijkheid voor een landgoed niet alleen hout, maar ook hout omgezet in energie te vermarkten. Als onderzoeksgebied is landgoed Boschoord aangewezen, een onderdeel van de stichting Maatschappij van Weldadigheid in Drenthe. Een vraag is of er met een biomassaverbrandingsinstallatie met biomassa van eigenbodem de panden op het landgoed en/of externe energieafnemers van energie/warmtevraag kunnen worden voorzien.

Onduidelijk is de mogelijkheid een inkomstenbron of besparing doormiddel van het voorzien van energie/warmte voor eigen gebruik en/of lokale afzet realiseerbaar is. Wel is duidelijk dat veel biomassa zoals tak- en tophout momenteel onbenut worden gelaten. Onder potentiële externe afnemers kunnen een behandelcentrum, een gemeentehuis, een zwembad of een bejaardentehuis in de omgeving van het landgoed worden verstaan. De verwachting is dat top- en takhout, dat momenteel achterblijft bij houtoogst(dunningen) en andere laagwaardige houtstromen een winstgevend kunnen worden. Daarmee zal alternatief inkomen uit het landgoed ontstaan.

Belangrijk is te weten wat de marktwaarde per m³/ton gesnipperd hout 'langs de bosweg' is. De berekening van de totale oogst- en investeringskosten voor energieproductie is daaraan te spiegelen. Afhankelijk daarvan kan het rendement berekend kan worden. De conclusie of dit concept haalbaarheid is wordt daaraan afgeleid.

De opdracht wordt uitgevoerd in het kader van de afstudeeropdracht op de majors; Bosbouw/ Urban Forestry en Vastgoed- en Grondtransacties aan de Hogeschool Van Hall- Larenstein te Velp.

¹ Lei- rapport, 'Bedrijfsuitkomsten in de Nederlandse particuliere bosbouw over 2009', december 2010, p.8

1.2. Probleemstelling.

Landgoederen vormen een wezenlijk aandeel van het totaal bosoppervlak dat Nederland rijk is. Houtproductie echter is nauwelijks winstgevend, en de prijzen zijn variërend. In 2009 betekent dit voor veel particuliere bosbezitters zelfs een verliespost. (Lei- rapport, december 2010, p.8)

Het beheer van landgoederen is vaak moeilijk te bekostigen. Het inkomen is vaak laag. Daarnaast vermindert met het inwerkingtreden van het nieuwe provinciaal subsidiestelsel (SNL, januari 2010) de beheersubsidie per hectare bosoppervlak met ca. € 40. Dit draagt, op de korte – en middellange termijn, bij aan de achteruitgang van de rentabiliteit van het landgoed. Los daarvan maar niet minder relevant, staat in het Kyoto protocol voor de Europese Unie vastgesteld dat de uitstoot van broeikasgassen (CO₂) met 8% gereduceerd moet zijn in 2012.

Afgeleide van het Kyoto protocol is het voor Nederland gespecificeerde Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren². Hiermee moet de bijdrage aan de, voor Nederland geldende, CO₂ reductiedoelstellingen gerealiseerd worden. Afgesproken is dat gestreefd wordt naar circa 200 Petajoule (PJ) duurzame energieproductie per jaar. Dit moet in 2020 gerealiseerd zijn door de Agrosectoren.

Landgoederen kunnen hieraan een bijdrage leveren gezien er uit het beheer en bij de productie van hout hoeveelheden biomassa vrijkomen. Deze biomassa kan worden omgezet naar energie. De uitstoot van CO₂, vrijkomend bij opwekking van energie uit fossiele brandstof, wordt daarmee vermeden. De energie bron is CO₂ neutraal. Deze biomassa, zoals tak- en top hout resterend uit houtproductie/oogst, blijft momenteel achter in het bos omdat het verzamelen en vermarkten onrendabel is.

Het is onbekend of het haalbaar is een biomassa verbrandingsinstallatie op een landgoed te realiseren om daarmee uit de biomassa van het landgoed energie op te wekken voor eigen en/of lokaal gebruik. Dit zou een besparing op de energie inkoop en inkomsten opleveren kunnen. Dit zou ter verbetering van de totale rentabiliteit van het landgoed kunnen functioneren.

De vraag is of het verslechterende bosbouwinkomen in combinatie met het halen van CO₂ reductiedoelstellingen, door uit biomassa een nieuwe inkomstenbron te genereren, meerdere doelen gelijktijdig kunnen worden opgelost en behaald.

1.3. Doelstelling

Het rapport heeft als doel de mogelijkheid te onderzoeken in hoeverre het idee voor inkomen uit biomassa op landgoederen realiseerbaar is en aan welke vereisten voldaan moet worden om dit haalbaar te doen zijn. De doelstelling is om doormiddel van, het vermarkten van energie in plaats van hout, de rentabiliteit van het landgoed te verbeteren. Hypothetisch gesteld kan hiermee de weggevallen beheersubsidie worden ondervangen. Reductie van CO₂ daarmee is een zeer waardevolle bijkomstigheid en sluit aan bij het streven/doelstellingen van de overheid. Dit biedt wellicht gesubsidieerde ondersteuning van dergelijke initiatieven. De doelstelling echter, is een subsidieonafhankelijk concept.

Het beoogde eindresultaat is een 'opzet van criterium' waaraan deze mogelijkheid per willekeurig landgoed getoetst kan worden op haalbaarheid. Hieruit zal de geschiktheid van het landgoed voor dit concept blijken en op basis daarvan worden geadviseerd. Beoogt wordt met dit onderzoek, naast de verantwoorde bosbouw en een bijdrage aan de doelstellingen ter reductie van CO₂, verbetering in de rentabiliteit van landgoederen te bewerkstelligen. Wanneer dat mogelijk blijkt wordt gelijktijdig een subsidie onafhankelijker positie van het landgoed verworven.

² Rijksoverheid: 'Convenant schone en zuinige Agro- sectoren', 2008

1.4. Onderzoeksvraag.

“Is het haalbaar en rendabel voor een landgoed, vormgegeven in een ‘opzet van criterium’ waaraan dat toetsbaar wordt, inkomsten te genereren door houtige biomassa van eigen bodem doormiddel van een biomassa- verbrandingsinstallatie in energie om te zetten en daarmee in eigen- en/of lokale energiebehoefte te voorzien?”

1.5. Deelvragen.

Specifiek voor landgoed Boschoord:

Het beantwoorden van de hoofdvraag is vanuit twee kanten van benadering mogelijk. Dit betreft:

- Hoe groot is de energievraag en kan met de op landgoed Boschoord beschikbare biomassa daarmee aan die energievraag worden voldaan?
- Hoeveel biomassa is beschikbaar en hoe groot is de energievraag die daarmee kan worden voldaan?

De tweede optie, het beredeneren vanuit de hoeveelheid beschikbare biomassa, is als uitgangspunt gekozen voor dit haalbaarheidsonderzoek. Aan de hand van deze hoeveelheid biomassa worden berekeningen gedaan en daarmee voorgestelde mogelijkheden onderbouwd. De vragen die leiden tot het antwoord op de hoofdvraag zijn:

1. Van welke factoren is de haalbaarheid, voor het voorzien van een landgoed in eigen energiebehoeften uit biomassa, afhankelijk?
2. Welke soorten biomassa zijn er en wat is op landgoed Boschoord beschikbaar?
3. Hoe groot is de beschikbare voorraad van de meest voorradige biomassa op landgoed Boschoord?
4. Hoe hoog is de energievraag van het landgoed zelf en hoe hoog van andere potentiële afnemer(s)?
5. Welke soort biomassacentrales zijn onder welke omstandigheden inzetbaar?
6. Wat is, voor landgoed Boschoord, de meest geschikte biomassacentrale?
7. Wat zijn de kosten en opbrengsten per m³/ton houtige biomassa langs de bosweg?
8. Wat zijn de investeringskosten/ kostprijs per kWh(th) uit biomassa en wat levert een ton omgezette biomassa meer op?
9. Zijn er andere financiële baten? Op welke startsubsidie(s), investeringsaftrek en/of CO₂ reductiebeloningen wordt bij een dergelijk project aanspraak gemaakt?

Specifiek voor de opzet van criterium en algemeen toepasbaarheid:

10. Welke factoren zijn bepalend voor een landgoed vrijkomende (houtige)biomassa uit beheer in energie om te kunnen zetten?

Bijkomstige deelvragen:

11. Welke contractvormen zijn er nodig en wat dient daarin vastgelegd te worden bij de verschillende overeenkomsten die zullen ontstaan bij levering en afname van biomassa en/of energie?
12. Zijn er ecologische gevolgen door ontnemen van biomassa uit het landgoed, in welke mate en zijn die effecten significant?

1.6. Onderzoekmethodiek en werkwijze.

Dit onderzoek zal hoofdzakelijk doormiddel van literatuurstudie, bedrijvenbezoek en interviews uitgevoerd worden. Hierbij zal aanspraak gedaan worden op de bibliotheek aan het Larenstein en van de beschikbare literatuur aan het kantoor van de Bosgroep Noord – Oost Nederland. Ook zal gebruik gemaakt worden van het internet. Het bedrijfsbezoek en de te interviewen personen zullen gekozen worden aan de hand van de benodigde informatie. Hieronder staat de onderzoeksmethode per deelvraag kort omschreven. Deze omschrijving van de onderzoeksmethode wordt verduidelijkt door te ondernemen activiteit per deelvraag.

- **1:** Het vaststellen van de haalbaarheidsfactoren gebeurt doormiddel van web- en literatuuronderzoek en gesprekken met deskundigen.
- **2:** Het onderzoek naar de beschikbare technieken, eigenschappen en inzetbaarheid van centrales gebeurt d.m.v. bedrijvenbezoek, interview(s) met personen en internetstudie.
- **3:** De definitie van- en de soorten biomassa worden vastgesteld door web- en literatuuronderzoek en beschikbaar studiemateriaal. Het biomassa potentieel op Boschoord wordt aan een hand analyse van bosinventarisatie- gegevens uit voorgaande onderzoeken, beheerplannen(FSC), en hout- oogstresultaten tot op heden bepaald. Hieruit zal blijken welke vak- en afdelingen op landgoed Boschoord voor biomassa(oogst) in aanmerking komen. Om het gemiddelde houtvolume per hectare te bepalen, en de hoeveelheid biomassa daarmee, zullen houtmetingen worden gedaan en bijpassende opstandtabellen worden geraadpleegd.
- **4:** Het onderzoek naar de energievraag en lokale afzetmogelijkheden gebeurt doormiddel van interviews met potentiële afnemers en deskundigen.
- **5/6:** De geschiktheid van de installatie, vereisten en capaciteit specifiek voor landgoed Boschoord en investeringskosten zullen worden bepaald worden aan de hand van onderzoekresultaten uit vorige deelvragen.
- **7/8:** De waarde van de biomassa(chips) zal onderzocht worden door interview(s) met bosbouw-aannemers en gesprekken met deskundigen. De conclusie; van de waarde van een ton chips omgezet in energie afgezet tegen de huidige waarde per ton houtchips, zal daarop worden gebaseerd.
- **9:** Door web- en literatuuronderzoek, interviews en bedrijvenbezoek welke nodig zijn ter beantwoording van de hiervoor gestelde vragen voor landgoed Boschoord specifiek, zal tegelijkertijd tot de mogelijkheid van algemene toepasbaarheid van dit concept worden gekomen. De geïnventariseerde voorwaarde die blijken uit het onderzoek voor landgoed Boschoord zijn eveneens van kracht bij algemene toepassing.
- **10/11/12:** Gelijktijdig met interviews aan deskundigen en bedrijvenbezoek zullen deze deelvragen eveneens onderzocht worden. Aanvullend daarop zal web- literatuur onderzoek worden toegepast ter beantwoording van deze vragen.

1.7. Beperkingen in het onderzoek.

Omdat ter beantwoording van deze onderzoeksvraag veel informatie nodig is en ter beantwoording van de hoofdvraag op zichzelf veel subonderzoeken nodig zijn, kan onoverzichtelijkheid ontstaan. Doordat in dit onderzoek veel op zich zelf staande factoren en gegevens gecombineerd nodig zijn, is een duidelijke afbakening van het onderzoeksveld noodzakelijk. Op het technische aspect rondom de biomassa- installaties bijvoorbeeld, zal behalve de globale gegevens zoals capaciteit en de het rendement, niet inhoudelijk worden ingegaan. Een gedetailleerde 'exploitatie berekening' vergt kennis, ervaring en professionele deskundigheid. Dit wordt daarom naar vermogen uitgevoerd. Bosinventarisatie en opstandgegevens specifiek van het landgoed Boschoord zullen aangeleverd moeten worden gezien het vele werk dat het zou vergen zelfstandig te moeten inventariseren. Ook wordt dit onderzoek specifiek gericht op landgoed Boschoord en afnemers van energie/warmte in die omgeving. Enkel de 'opzet van criterium' is algemeen geldend. Als laatst wordt er geen onderzoek gedaan naar de het beleid, regelgeving en eventueel benodigde vergunningen die van invloed kunnen zijn op dit concept.

1.8. Te verwachten resultaten.

Een schriftelijk rapportage van een haalbaarheidstudie naar een biomassaverbrandingsinstallatie op een landgoed waarbij het zelfvoorzienend is in biomassa en waarbij de rentabiliteit van het landgoed door deze alternatieve inkomstenbron het uitgangspunt is. De reductie van CO₂, verbeterde rentabiliteit en een subsidie onafhankelijker positie vormen de fundamentele motieven voor dit onderzoek. Het eindproduct bestaat uit een rapport met daarin een analyse van de haalbaarheid, uitgewerkt in een 'realiseringsvoorstel' voor landgoed Boschoord. Ook een handreiking in de vorm van een 'opzet van criterium' is het resultaat. Aanbevelingen worden gedaan op grond van de resultaten uit het onderzoek en de schatting van de investeringskosten. Hiervan wordt ook een digitale versie gebrand op cd-rom. Dit wordt vervolgens gepresenteerd tijdens het colloquium.

1.9. Leeswijzer.

Na de inleiding, waarin de onderzoeksmethode wordt beschreven, volgt een hoofdstuk over achtergronden. Uit alle onderzoeken en projecten aangaande biomassa zijn de meest relevante onderdelen gehaald. In hoofdstuk 2 wordt het uitgangspunt bepaald. Dit uitgangspunt is de beschikbare houtige biomassa op het landgoed. De kwaliteitvereisten van de houtige biomassa(houtchips) staan in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 is gewijd aan de verbrandingstechniek en de rendementen. In dit hoofdstuk worden ook op grond van de hoeveelheid biomassa de mogelijke installatietypes geanalyseerd en aanbevolen voor de situatie op Boschoord. De beschikbare hoeveelheid van biomassa en de berekening daarvan wordt duidelijk in hoofdstuk 5. De oogstbare hoeveelheid bepaald welke capaciteit een installatie, bij een bepaald aantal draaiuren per jaar, kan hebben. Onderzocht wordt of het product 'warmte' is te vermarkten aan derde of dat het beter ingezet kan worden eigengebruik. Van een eventuele externe afnemer van warmte en van het gebruik door het landgoed zelf wordt de energiebehoefte geïnventariseerd. Dit staat in hoofdstuk 6. Of de investering in de installatie en andere kosten opwegen tegen de opbrengsten van de verkoop van warmte, in plaats van houtchip, bepaald de haalbaarheid. Deze vraag wordt beantwoord in hoofdstuk 7. De getrokken conclusies en aanbevelingen en 'de opzet van criterium' vormen hoofdstuk 8.

2. ACHTERGRONDEN.

Niet alleen houtige biomassa wordt in Nederland gebruikt, een breed scala aan groene stromen blijken voor energiewinning inzetbaar doormiddel van verschillende technieken. Het onderzoek naar de mogelijkheid van energie uit (houtige)biomassa is min of meer afgerond, wetenschappelijk onderzoek is op dat gebied niet meer nodig. De potenties en mogelijkheden zijn bekend. Voor biomassa stromen als heideplagsel en gras/hooi is verdere technische ontwikkeling nog wel nodig. De noodzaak tot het inzetten van biomassa voor energiewinning is niet afgenomen. De afspraken, convenanten en deadlines ter reductie van de uitstoot van broeikasgassen staan nog steeds voor 2020. De opwekking van energie uit biomassa wordt reeds veel toegepast. De techniek, de apparatuur en installaties zijn beschikbaar en bewijzen zich. Gedurende dit onderzoek is duidelijk geworden dat er veel initiatieven zijn en worden genomen betreffende gebruik van biomassa maar dat de specifieke kennis over biomassa en energie bij veel verschillende initiatiefnemers en instanties ligt. Gesteld kan worden dat alle benodigde kennis bestaat en beschikbaar is maar dat het uitwisseling daarvan stroef verloopt. Moeite wordt ondervonden benodigde informatie te verzamelen voor specifieke inzetbaarheid bij particuliere projecten. Het lijkt wel alsof iedereen het wiel opnieuw denkt uit te moeten vinden. Een algemene database van informatie ontbreekt.

2.1. Het begrip CO2 reductie.

CO2-reductie is het streven om de uitstoot van het broeikasgas kooldioxide (CO2) te verminderen. Dit kan op verschillende wijze worden gerealiseerd en is noodzakelijk vanwege het effect dat de toename van de CO2 concentratie in de atmosfeer op het klimaat. CO2 wordt vast gelegd in bomen dus in hout en in grote hoeveelheden in bos. CO2 komt vrij in gas vorm bij verbranding van fossiele brandstoffen. Houtverbranding is CO2 neutraal. Dit vanwege de weliswaar vrijkomende CO2 gassen, maar eerdere vastlegging daarvan. Daarnaast vervangt hout bij energieopwekking uit biomassa de benodigde fossiele brandstof waardoor dat bespaard blijft.

2.2. Centralisatie.

Gedurende dit onderzoek is gebleken dat er momenteel veel initiatieven lopen de biomassastromen beter te benutten. In de meeste gevallen komt dit neer op het centraliseren van biomassastromen uit landschapsonderhoud. De terreinbeheerders, terreinbeherende organisaties en particulieren komen bij elkaar en participeren in samenwerkingsverbanden om biomassastromen beter te benutten. Dit vanuit economisch aspect en vanuit het leveren van een bijdrage aan de klimaatdoelstellingen. Een voorbeeldproject van centralisatie van biomassa is: 'Benutting van de biomassa uit het Drents- Friese Wold'. Het rapport vormt een eerste aanzet om nadere inhoud te geven aan benutting van vrijkomende biomassa uit natuur- en landschapsonderhoud in en rondom het Drents Friese Wold. Ook de Maatschappij van Weldadigheid is hierin ook betrokken.

De doelstelling is doorgaans de biomassastromen te identificeren die voor een economisch hoogwaardiger toepassing kunnen worden ingezet dan nu het geval is. Dit om op basis van de eerder geïdentificeerde biomassastromen concrete projectvoorstellen te formuleren die specifiek zijn gericht op het beter economisch verwaarden van deze biomassastromen. De aanleiding van deze initiatieven zijn tevens de hoge beheerkosten en de lager wordende subsidiebudgetten voor natuur- en landschapsbeheer.

2.4. Ecologisch aspect bij extractie van biomassa uit bos.

Het onttrekken van biomassa uit bos kan op termijn, hypothetisch gezien, leiden tot vershraling vanwege de onttrekking van essentiële mineralen. Dit doordat de voortdurende houtoogst groter is dan de aanvoer vanuit verwerking of depositie. In het tak- en tophout is de concentratie van essentiële mineralen bovendien hoger dan in het stamhout. Om die reden en ook in verband met de biodiversiteit is het wenselijk dat er bij de oogst een bepaalde hoeveelheid hout in het bos achterblijft. In landen zoals Zweden en Denemarken met houtoogst op grote schaal, worden asresten teruggebracht in het bos”.³ Dus juist bij de oogst van biomassa worden nutriënten verwijderd. Daardoor treedt vershraling op. De vraag is of dit niet ten kosten van de ecologische waarde gaat? Vanwege die mogelijkheid is dit een factor waarmee rekening gehouden dient te worden bij de oogsten van biomassa, zoals in dit onderzoek wordt voorgesteld. Of de effecten van het onttrekken van biomassa significant zijn is afhankelijk van omstandigheden en de bodemgesteldheid. Dit behoeft nader onderzoek. Een aantal personen uit het werkveld geven hun mening:⁴

“mijn antwoord op de stelling; een volmondig ja! Maar dat geldt dan net zo hard voor de houtoogst. Ecologisch gezien zou het beste zijn als 30% van de houtvoorraad uit dood hout bestaat, maar goed, dan kun je dus niet oogsten. In de oude subsidieregeling SN moest je per hectare 2 dode stammen van minimaal 30 cm laten liggen of staan. Daardoor is de gemiddelde doodhout voorraad in de Nederlandse bossen in 10 jaar tijd toegenomen van 5 naar 11%. Maar in de nieuwe regeling is die verplichting afgeschaft. Een aantal bosbeheerders maakt nog dood hout uit overtuiging, maar de meeste stoppen ermee. Dus dat percentage gaat weer rap omlaag. Voor biomassa hebben we het nu nog alleen over tak- en tophout, maar als die prijs blijft stijgen, worden ook de mindere sortimenten stamhout interessant. Uit onderzoek in noord Amerika en Scandinavië blijkt dat afvoer van hele bomen, inclusief zelfs de bodemkruit, voor de bodemvruchtbaarheid meestal geen probleem is. Maar er staat wel altijd bij dat dat niet geldt voor arme bodems. En laat er nou net bij ons in Nederland de meeste bos op arme grond staan. Voor de bodemvruchtbaarheid is het overigens het beste om het tak- en tophout eerst een half jaar te laten liggen. 70% van de nutriënten zit namelijk in de bladderen en naalden, en die vallen er dan vanzelf af. De biomassacentrale heeft de takken ook liever kaal. Maar dat kost wel weer een extra werkgang, want je kunt het niet meteen bij de oogst meenemen. In Scandinavië hebben ze de richtlijnen dat 20% tot 30% van het oogstafval verspreidt in het bos moet blijven liggen.”⁵

“De stelling is niet waar, in elk geval nu nog niet. Voorlopig is het in Nederland te duur om uit dunningen het tak- en tophout te oogsten voor biomassa, de uitrijkosten zijn hoger dan de opbrengst. Het tak- en tophout komt nu toch nog vooral van bosschages langs wegen en kaalkapvlakten. Maar de prijs stijgt en opweegt de uitrijkosten, dan kan het wel gaan gebeuren. Vervolgens moet je afvragen of je dit wilt op zandgrond; ik denk het niet. Maar op humusrijke grond kan het best. Je haalt toch nooit alles weg, dat is te duur. De uitrijwagen rijdt een deel van de takken in het zand, die zijn dan vervuild. Je haalt er niet meer dan 60% uit. Qua natuurwaarde is dat uitrijden overigens zo gek nog niet. Als je de grond openrijt, komt er allerlei interessants op. Het is bewezen dat als je een bos met rust laat, er minder biodiversiteit is.”⁶

³ *Het landschap, Bron van energie Schrijver R.A.M et al, pag. 21*

⁴ *Vakblad Natuur Bos Landschap, 2^e jaargang, februari 2011*

⁵ *Citaat: Dhr B. Nyssen, Bosgroep Zuid- Nederland*

⁶ *Citaat: Dhr R. Jacobs, Parengo Hout B.V.*

“Als je al het dode hout afvoert, is dat natuurlijk dramatisch voor de biodiversiteit. Dus als je hoofdfunctie natuur is, moet je dat niet doen. Maar in multifunctionele bossen, als je voldoet aan de basiszorgvuldigheid, dan laat je per hectare zoveel stammen staan of liggen. En dan kun je best wat tak- en tophout missen, dat kleine hout maakt niet zoveel uit. De biodiversiteit zit hem toch vooral in de dikke boomstammen. Die moeten jaren blijven liggen, zodat er een hele successiereeks aan insecten en schimmels op kan ontwikkelen”.⁷

Een risico van de oogst van meer biomassa uit de Nederlandse natuur is die van roofofbouw. In de 18e en 19e eeuw vond er door onder meer overbegrazing en intensief sprokkelen een degradatie van het ecosysteem plaats, maar dat is nu nauwelijks aan de orde. Uit de bossen in Nederland wordt slechts een deel van de jaarlijkse bijgroei geoogst. Voor een goede ontwikkeling van de biodiversiteit is er behoefte aan dood hout in het bos. Ook een deel van het tak- en tophout moet achterblijven als broed- en schuilgelegenheid voor dieren. Dit lijkt goed mogelijk, ook bij een hoger oogstniveau. Voor heidevelden en natuurlijke grasvelden geldt dat een deel van de natuurwaarden zijn ontstaan door te intensief gebruik, wat leidde tot verschaalde situaties. Beheer van die typen natuur is er juist op gericht om zo veel mogelijk van de bijgroei af te voeren om die schrale situaties te behouden, ook omdat de voedselarme situaties onder druk staan door aanvoer van nutriënten uit de lucht. Maar ook bij ecologisch beheerde grasvelden moeten stroken gras blijven staan als overlevingsgebied voor insecten in de winter. Landschappelijke beplantingen dienen herhaaldelijk te worden afgezet, gesnoeid en ingeboet. Het winnen van biomassa uit bos, natuur en landschap gaat dan ook veelal goed samen met behoud van biodiversiteit. Voor bossen is wel meer kennis gewenst over de hoeveelheid hout die geoogst kan worden in de verschillende bostypen met behoud (of zelfs versterking) van de biodiversiteit. Daarbij kan verwacht worden dat het huidige oogstniveau in de meeste situaties verhoogd kan worden⁸

⁷ Citaat: Dhr R. J. Bijlsma, Alterra

⁸ Vakblad Natuur Bos Landschap, 2^e jaargang, februari 2011

3. BIOMASSA ALS ENERGIEBRON.

3.1. Biomassa.

Er zijn verschillende soorten biomassa beschikbaar voor energieopwekking gedefinieerd. Echter alle biologisch afbreekbare fractie van producten, afvalstoffen en residuen van de landbouw - met inbegrip van plantaardige en dierlijke stoffen – uit de bosbouw en aanverwante bedrijfstakken zijn biomassa. Met andere woorden, alle soorten organisch materiaal vallen onder de noemer; “biomassa”. Gebleken is dat vormen van organische stof, zowel vegetatief als dierlijk, zowel dood of levend, afhankelijk van het vochtpercentage in de stof brandbaar zijn.

Dit geeft aan dat de massa, van welke oorsprong en welke soortelijke eigenschappen dan ook, het op een bepaald moment branden kan. Dit is een gegeven en relevant voor dit onderzoek. Een ander feit is dat bij verbranding van organische stof energie vrijkomt in de vorm van warmte. Verbranding van organische stof kan in gang gezet worden mits verschillende factoren aanwezig zijn. Voor dit onderzoek is het opwekken van energie doormiddel van verbranding van ‘houtige biomassa’ aan de orde. Belangrijke vragen zijn; welke vorm van houtige biomassa bevat de meeste energie en in welke hoeveelheid is deze biomassa voorhanden.

3.1.2. Biomassa volgens de Cramer criteria.

In 2007 heeft de commissie Cramer duurzaamheids-eisen bij biomassaproductie opgesteld. Hierbij moet de broeikasgasbalans netto besparing CO₂ >30% en vanaf 2011 >50% zijn, mag de beschikbaarheid biomassa voor voedsel, bouwmaterialen niet afnemen, de biodiversiteit niet aangetast worden, gelden er milieuraandvoorwaarden en zijn er inmiddels Europese afspraken en vastlegging in Nederlands Technische Afspraken; NTA- eisen. Hierin staan de eisen beschreven voor duurzame biomassa ten behoeve van energiedoelinden. Deze NTA is bedoeld om te worden toegepast bij organisaties die aantoonbaar duurzaam biomassa willen produceren, verwerken, verhandelen of inzetten voor energieopwekking. Deze gelden niet voor ‘small- houders’, de kleine familiebedrijven, vanwege hun kleinschalige karakter.⁹

De netto besparing bij biomassaproductie is afhankelijk van 4 onderdelen:

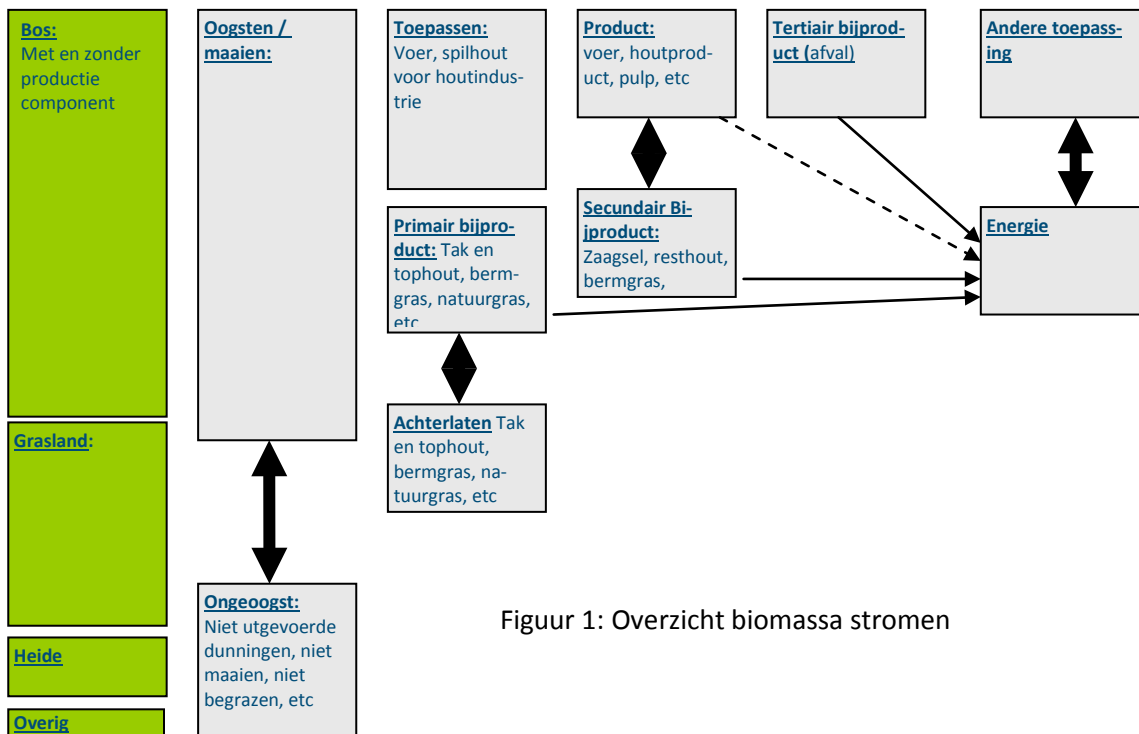
- Grondstofproductie (machines, kunstmest; koolstofopslag bodem)
- Transport
- Conversie
- Eindgebruik.

Inzet van nevenproducten (bij houtproductie) is dus erg gunstig; voordeel van natuur t.o.v. landbouw, want de input voor grondstofproductie hoeft niet mee te tellen.

⁹ Criteria voor duurzame biomassa productie, 14 juli 2006

3.1.3. Vormen van biomassa.

Volgens onderzoek door Alterra,¹⁰ zijn voor energieopwekking bruikbare landbouwkundige biomassa: olifantgras, koolzaad en wilgen en andere bruikbare vormen van biomassa: hout, maaisel, plagsel, riet en bagger. De biomassastroom uit natuur is daarnaast te verdelen in de volgende productenstromen: de primaire stroom bij/restproduct van houtoogst en natuurbeheer zoals; tak- en tophout, onrendabele dunningen, maaisel en plagsel. De secundaire stroom, met bijproducten zoals; bast en zaagsel bij houtverwerking en sluk uit riet en de tertiaire stroom zoals oud hout en sloophout.¹¹



Figuur 1: Overzicht biomassa stromen

Dit haalbaarheidsonderzoek richt zich specifiek op de primaire 'houtige' biomassastromen. Dit omdat landgoed Boschoord hoofdzakelijk uit bos bestaat. Het beheer is ingericht op houtproductie. Daarnaast is voor de andere stromen zoals heideplagsel en grasmaaisel de techniek nog niet ver genoeg ontwikkeld.

¹⁰ College september 2009: Biomassa, CO2 en energie, 'Vermarktning van bos en natuur'. (Spijker J.H, Alterra.)

¹¹ Spijker J.H et al, 2008. Biomassa voor energie uit de Nederlandse natuur - een inventarisatie van hoeveelheden, potenties en knelpunten Wageningen, Alterra.

3.2. Biomassa uit bos.

Afhankelijk van de leeftijd van het bos, de boomsoort en de houtkwaliteit is het verstandig af te wegen voor welke doeleinde het hout het best geoogst kan worden. Het zou onverstandig zijn hoogkwalitatief zaaghout te verbranden voor opwekking van energie. Concurrerende, zieke, zwakke en/of minderwaardige bomen worden uit de opstand verwijderd om de groeikracht van de overblijvende bomen te bevorderen. De zogenaamde dunning. Het uit deze terugkomende dunningen gewonnen hout heeft vaak een geringe stamdiameter van 7- 20 cm. Vanaf nu wordt dit 'hout uit onrendabele dunningen genoemd'. Dergelijk hout heeft voor de houtverwerkende industrie betrekkelijk weinig waarde, waardoor het gebruik ervan als brandstof voor de hand ligt. Maar ook tak-, top hout dat achterblijft na dunningen en hout uit kaalslagen ten behoeve van bosvorming is gedefinieerd als energiehout.

3.2.1. Biomassa Expansie Factor (B.E.F.).

Voor de berekening van het totale bovengrondse boomvolume, te weten; stamhout + takken, zijn de bijgroei cijfers/houtoogstcijfers van rondhout vermenigvuldigd met een Biomassa Expansie Factor (BEF-factor). Dit totale boomvolume geeft een indicatie van de beschikbare hoeveelheid biomassa uit houtoogst. Het volume tak- en top hout is de aan de hand van BEF- factor te berekenen door hiervan het kwalitatief hogere (rond)hout van af te halen. Per m³ bijgroei, dus ook per m³ geoogst hout, kan daarmee bepaald worden wat de hoeveelheid biomassa is in totaal per hectare. Deze factoren verschillen per boomsoort en staan in bijlage 1. Deze gehanteerde BEF- factor zijn uit de Allometric Biomass and Carbon Factor Database, IPCC 2003 onttrokken, de bron waarnaar gerefereerd wordt in het Alterra rapport¹². De initiële bron geeft geen toereikende verklaring en grondslag ter berekening van de BEF- factor per boomsoort. Dit is een digitaal rekenprogramma en geeft aan de hand van de ingevoerde gegevens o.a. de plaatselijk geldende biomassa expansie factor. Er is geen toegang gevonden tot deze database. Gerekend wordt met gepubliceerde, voor Nederland geldende, BEF- factoren. Deze methode wordt gehanteerd om het totaal boomvolume en de hoeveelheid biomassa op het landgoed op een zo accuraat mogelijke wijze te berekenen. Het boomvolume met aftrek van hoger kwalitatief sortiment is aangemerkt als oogstbare biomassa als tak- en top hout in de vorm van snippers/chips.

¹² Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen, Tolkam G.W. et al. Alterra- rapport 1380, ISSN 1566-7197, Wageningen 2006

3.2.2. Houtchips.

Houtchips zijn versnipperd hout met een deeltjes grootte van 0-200 mm. Het produceren van houtchips kan, ook zonder eigengebruik voor energiebrandstof, aantrekkelijk zijn. Het nadeel is dat om te chippen gespecialiseerde machines nodig zijn en er rekening gehouden moet worden met de complexere logistiek en opslag. De mogelijke afzet en bestemming heeft alles te maken met de marktwaarde. In Nederland is de marktprijs voor houtige biomassa momenteel ca. € 35 per ton vers gewicht inclusief het transport naar de afnemer. De kosten zijn per ton € 20,-. De transportkosten maken een substantieel deel uit van de mogelijke opbrengst, bij grotere afstanden daalt de opbrengst tot ca. € 8 per ton vers gewicht. Goede kwaliteit houtsnippers zijn niet verontreinigde snippers die veel hout en weinig schors en blad bevatten en over een goede deeltjesgrootte beschikken (G). Genoemde houtsnippers zijn geschikt voor de houtverwerkende industrie.¹³ De prijs van de biomassa verschilt en is onder andere afhankelijk van de opwerking, het vochtgehalte en het aandeel blad en naalden (verbranden niet goed en leveren dus vooral extra as- afval op in de centrale). Ook zijn de naalden slecht voor de installatie i.v.m. zuure/corrosieve werking. Elke centrale stelt zijn eigen technische eisen aan wat voor hout er verstoekt kan worden, hoe groot het materiaal moet zijn en welk vochtgehalte toelaatbaar is. Vochtig hout brandt slechter en is ook lastiger op te slaan omdat het gaat broeien, waarbij energie vervliegt. Een leverancier/tussenhandelaar weet alles over de Europese normen voor het bepalen van het vocht- en asgehalte en energiewaarde van de chips.¹⁴

¹³ www.snipperhout.nl

¹⁴ Verslag AVIH, Sion Vink, juni 2010

3.3. Energie inhoud/ brandwaarde chips.

Om de energie-inhoud van de op Boschoord beschikbare houtige biomassa te bepalen is dit hoofdstuk opgenomen. Wat is de energie inhoud ofwel de brandwaarde van de houtchips? Het antwoord geeft een indicatie in welke grootheden biomassaverbrandingsinstallaties (onder de omstandigheden op Boschoord) mogelijk zijn. Zoals geschreven bestaat is energie inhoud van de chips is afhankelijk van een aantal factoren. Deze zijn het vochtgehalte, de kwaliteit van de chips en van de afkomstige houtsoort, of te wel, het soortelijk gewicht. De hoeveelheid energie per eenheid (ton) hout wordt berekend/ uitgedrukt in Joules. Deze energie is niet volledig te benutten, bij omzetten van de chips naar energie zal rendementverlies optreden. Het rendement van de installatie zal dan ook lager zijn dan de berekende energie inhoud die de chips bezitten.

3.3.1. Vochtgehalte.

Groen of versgewicht is het gewicht van het hout inclusief het vocht in het hout bij ontvangst. Aangezien vers gekapt hout een vochtgehalte heeft van circa 50% heeft, is het nodig het hout te drogen voordat het verbrand en/of versnipperd wordt. Reden hiervoor is dat blad en naald achterblijft en het vochtigheidspercentage van de houtchips lager wordt. Zonder droging worden chips namelijk 'groene chips' genoemd en dat kent een aantal belangrijke nadelen:

- groene chips bevatten een vochtpercentage van circa 50%.
- Bij transport wordt meer dan de helft aan water vervoerd.
- De houdbaarheid van groene chips is kort, direct gebruik is daardoor noodzakelijk.
- De verbrandingswaarde van groene chips is laag.
- Er is veel energie nodig om het vocht te verdampen.
- De aanwezigheid van naalden en bladeren verhoogt het asgehalte en het aandeel vliegias.

Het vochtgehalte bepaald waar de chips gebruikt kunnen worden en of de chips opgeslagen kunnen worden. Het maximum vochtgehalte wordt uitgedrukt in M klassen met 5 % intervallen. Kleine installaties vragen een lager vochtgehalte in verhouding met grotere. Medium installaties vragen een vochtgehalte van M25 tot M40. Grote installaties zijn onverschillig voor vochtgehalte, M25 – M60, maar het vochtgehalte mag niet te veel variëren. M20 chips kunnen zonder problemen langdurig worden opgeslagen. M35 chips kunnen maximaal een jaar worden opgeslagen. M45 chips kunnen een maand worden opgeslagen en chips met een hoger vochtgehalte dan 45% moeten direct verbruikt worden. Algemeen geldt dat hoe droger de chips zijn hoe hoger de brandwaarde is. Het vochtgehalte is te berekenen door van een monstername van het natte gewicht (W_n) en na droging het droge gewicht (W_d) te meten. De formule is dan; $\text{Vochtgehalte \%} = (W_n - W_d) / W_n * 100$.¹⁵ Voor de toepassing in dit concept wordt van vochtgehalten van 35% en 40% uitgegaan. Het meten hiervan is onmogelijk, de chips zijn niet geoogst en er is geen beschikbaarheid over de benodigde apparatuur.

Binnen de markt voor biomassachips worden verschillende eenheden gehanteerd. Het is noodzakelijk dat de eenheden duidelijk zijn. Een bosopzichter duidt houtchips m3 of omgerekend naar ton, de aannemer evenzo, de transporteur duidt in m3 bulk volume. De verwerkende industrie of energie centrale duidt chips in ton en de uiteindelijke energiehandel gaat in GJ/kW.¹⁶ Het is daarom dat in dit onderzoek de omrekeningsslag van m3 naar tonnen(versgewicht) naar tonnen (drogestof) naar energie inhoud in GJ's is gemaakt. Met deze berekeningen wordt niet verder gerekend, dit zal gebeuren aan de hand van uitkomsten uit een rekenmodel.(hoofdstuk 6.4) De vergelijking staat in hoofdstuk 3.3.4.

¹⁵ *Hout voor energie voorzieningsketen; "van bos naar poort", D. Kofman, Danish forestry Extension*

¹⁶ *Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen, Tolkam G.W. et al. Alterra- rapport 1380, ISSN 1566-7197, Wageningen 2006*

3.3.2. Kwaliteit van de chips.

De kwaliteit van de schone chips is belangrijk. Chips met inmenging van naalden e.d. verhogen aandeel vliegias en veroorzaken corrosie in het rookgasfilter. Naalden hebben een hoge inhoud aan plantenvoedingstoffen, dus is het ecologisch gezien beter deze in het bos achter te laten. De naalden vallen na een zomer drogen van de takken. Bij het achterlaten van het tak- en top hout is het belangrijk dat de er niet overheen gereden wordt. Vanwege de aarde aan de takken blijft meer as over bij verbranding. Wel 5 % meer dan bij schone verbranding. Het as is duur om af te voeren.¹⁷ De vers geoogste chips zullen een vochtigheidspercentage vanaf ca. 50% tot ca. 55% bevatten. Het vochtpercentage Boschoord zal naar verwachting 35% tot 40% zijn na de 'zomer droging' dat het tak- en tophout na de oogst zal moeten ondergaan. Hierbij verliest blad of de naalden gelijktijdig met het omlaag zakken van het vochtpercentage.¹⁸ De chip grootte, G30 (fractie grootte) zal nagestreefd worden. (bijlage 2)

3.3.3. Van versgewicht naar droge stof:

Met de conversiefactoren is het volume (m3) verschout naar droge stof biomassa om te rekenen. Deze conversie van houtchips versgewicht in m3 naar het soortelijk gewicht in drogestof biomassa heeft in deze studie plaatsgevonden met gebruik van de conversiefactoren zoals die beschreven staan in de initiele bron: *Good Practice Guidance for Landuse, Land-use change and forestry*, Dietz (1975)¹⁹ Deze omrekeningslag is nodig om de brandwaarde te kunnen berekenen. De conversiefactoren staan in bijlage 3.

¹⁷ *Hout voor energie voorzieningsketen; "van bos naar poort", D. Kofman, Danish forestry Extension.*

¹⁸ *Booster M. et al, 2009, de logistieke keten van houtige biomassa uit bos, natuur en landschap in Nederland, stand van zaken, knelpunten en kansen.*

¹⁹ *Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen, Tolkam G.W. et al. Alterra- rapport 1380, ISSN 1566-7197, Wageningen 2006.*

3.3.4. De brandwaarde.

Alle houtsoorten hebben min of meer dezelfde verbrandingswaarde per ton droge stof. De energie/brandwaarde of calorische waarde van brandstof wordt uitgedrukt in Joule. 1 Watt seconden = 1 Joule. 1 kWh = 3600 kilo joule (KJ).²⁰ De bruto verbrandingswaarde van naaldhout is 19.2 Giga joule (GJ) per ton droge stof (ds). Van loofhout is dat 19 GJ per ton droge stof. Een ton houtchips met een hoger vochtigheidspercentage heeft minder energie inhoud. Een ton houtchips met een vochtgehalte van 40% bijvoorbeeld heeft een energie inhoud van 10,54 GJ/ton.²¹ De energiewaarde van droog hout is 12 tot 18 Mega joule (MJ) per kg. Bij een 30% vochtgehalte van de chips is de energiewaarde: 3,5 kWh per kg, uitgedrukt in joule: 12,6 MJ per kg. 1 ton droog hout heeft een verbrandingswaarde van 18 GJ/ ton.²² Aangenomen is, aan de hand daarvan genoemde bronnen, als rekengetal: 18GJ/ ton droge stof houtchips. Loof- en naald worden daarmee niet onderscheiden van elkaar. Aan de hand van deze gegevens zijn de berekeningen voor Boschoord gemaakt. Energie-inhoud van 1 ton drogestof houtchips wordt berekend door het gewicht te vermenigvuldigen met 18 GJ/ton.

In tabel 1 is de hoeveelheid potentieel energiehout, volgens de drie rampscenario's (hoofdstuk 5.2) berekent op energie inhoud. De hoeveelheid in m3 is zo precies mogelijk, middels de conversiefactoren, omgerekend naar ton (drogestof) het gewicht in ton maal 18 GJ is de brandwaarde. De omrekening naar kWh is gemaakt door het aantal KJ's te delen door 3,6. (bijlage 16)

| 1 | M3/jaar | ton ds/ jaar | GJ/jaar | KJ/jaar | kWh/jaar |
|------------|---------|--------------|---------------|------------|------------|
| scenario 1 | 6.091 | 2.799 | 50.379 | 50.378.814 | 13.994.115 |
| scenario 2 | 4.966 | 2.286 | 41.151 | 41.150.865 | 11.430.796 |
| scenario 3 | 1.933 | 941 | 16.941 | 16.941.024 | 4.705.840 |

In tabel 2 het energie potentieel op Boschoord per 'kapsenario' (hoofdstuk 5.2) in Joule berekend met het rekenmodel. De hoeveelheid beschikbare houtchips is uitgedrukt in ton drogestof. (totaal berekening in bijlage 21). De vergelijking tussen de eigenhandig gemaakte berekening en de resultaten uit het model is nu mogelijk. Wat blijkt is dat in tabel 1 de hoeveelheid in tonnen hoger is en daarmee de hoeveelheid kWh daaruit op te wekken, dan in tabel 2. Het is mogelijk dat het rekenmodel een andere omrekeningsfactor voor m3 houtchips naar ton drogestof hanteert. Op grond van de uitkomsten uit het rekenmodel worden desondanks berekeningen en conclusies gedaan.

| 2 | Hout | Energie | Energie |
|------------|-------|----------|-----------|
| Eenheid | ton | MWh/jaar | kWh/jaar |
| scenario 1 | 1.700 | 5.050 | 5.050.000 |
| scenario 2 | 1.400 | 4.050 | 4.050.000 |
| scenario 3 | 530 | 1.575 | 1.575.000 |

²⁰ Benutting van de biomassa uit het Drents-Friese Wold, tussenrapportage maart 2011, Natuur en Milieu Federatie Drenthe

²¹ De hout voor energie voorzieningsketen; "van bos naar poort", D. Kofman, Danish forestry Extension.

²² Binnenlands biomassapotentieel Kuiper L. de Lint S. Januari 2008, Ecofys Netherlands

4. VERBRANDINGSINSTALLATIES.

4.1. De techniek.

Voor het omzetten van biomassa naar energie zijn verschillende technieken beschikbaar. In dit hoofdstuk zal op de techniek van verbrandingsinstallaties worden toegespijst. Vanuit deze gedachte is met name gekeken is naar projecten waarbij biomassa(chips) verbrandingsinstallaties reeds functioneel zijn en dit concept zich bewijst. Vaak wordt de functionaliteit van de installaties na inwerkingtreding nog verbeterd doordat 'kinderziekten', die tijdens het draaien van de installatie blijken, worden opgelost. De techniek verbetert zich en het rendement van de installatie daarmee.

De bezochte projecten zijn de biomassaverbrandingsinstallatie van het paprikateelt bedrijf Sion Vink te Beetgum en de biomassaverbrandingsinstallatie te Beetsterzwaag, beide in Friesland. Directe verbranding van biomassa is een van de oudste en meest gebruikte methoden om energie uit biomassa te genereren. Het directe product hiervan is hete lucht, welke gebruikt kan worden als warmte, voor de productie van warmwater of stoom. Deze stoom kan vervolgens in elektriciteit omgezet worden middels de turbine. Verbranding kan plaatsvinden op elke schaal; van klein (kachels voor ruimteverwarming) tot heel groot (elektriciteitscentrales).²³ Voor andere technieken, zie bijlage 4.

4.2. De technische beschrijving referentieinstallaties.

4.2.1. Beetsterzwaag.

De houtverbrandingsinstallatie in Beetsterzwaag heeft een brandstofbehoefte van ca. 4.500 m³ houtsnippers per jaar. In de voorraadbunker kan ca. 200 m³ opgeslagen worden. Onder de overkapping, de voorraad in het schuurgedeelte, kan ca. 800 m³ opgeslagen worden. De overige massa ligt in de openlucht op een betonplaat. De besparing van deze vorm van energie opwekking is ca. 640 ton CO₂ /jaar. Totale warmtebehoefte van de afnemer (een revalidatiecentrum en een school) is ca. 3.185 MWh/jaar. De warmteproductie is ca. 2.600 MWh/jaar. De houtketel heeft een capaciteit van 1 MWth en een bedrijfstemperatuur 90/70 °C. Het medium is water met een werkdruk van maximaal 6 bar. Het leidingnet bestaat uit gelaste geïsoleerde stalenbuizen. De lengte van het leidingnet is ca. 500 meter.²⁴

4.2.2. Paprikateeler Vink.

Het verbruik van deze verbrandingsinstallatie 20.000 ton/jr, dat komt neer op twee vrachtwagenladingen per dag. Per 24 uur wordt 80m³ verstoofd of wel ca. 70 ton biomassa. Het elektrisch vermogen van de installatie (stoomturbine) is 1,15 MW(e). De stoomcondensator heeft een vermogen van 3,6 MW(th). Uit de rookgascondensator/elektrostatisch- filter komt daar 1,7 Mw(th) bij. Totaal is 5,3 MW(th). De waterpijpketel geeft daarnaast 4,5 MW(th). Dat betekent 9,8 MW(th) totaal. Alle energie wordt intern verbruikt alleen bij te kort wordt overgeschakeld op aardgasverwarming (WKK). Het aardgasequivalent is ca. 3,5 miljoen m³/jr. De stoomketel wordt op 1.000 graden gehouden en produceert stoom van 470 graden op 55 bar. Met de stoom wordt de stoomturbine aangedreven, een rad dat een dynamo aandrijft wordt in beweging gezet. Hierna wordt warmte uitgewisseld in de stoomcondensator. In het rookgasfilter (een nat elektrostatisch filter) wordt ca. 30% Co₂ afgevangen.²⁵

²³ Biomassa verbranding is een bewezen technologie. Harderwijk, 16 februari 2010 Reumerman P., pag 1,2,3

²⁴ Interview dhr Langeweg, exploitant van de installatie Beetsterzwaag.

²⁵ Interview dhr Vink, exploitant van de installatie Beetgum.

4.3. Soort verbrandingsinstallaties onder welke omstandigheden.

De geschiktheid van de installatie is afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid biomassa, de kwaliteit van de houtchips, van de energievraag en van de gewenste energievorm; kWh(e), kWh(Th) of een combinatie van beide. Er zijn veel mogelijkheden. Echter, de opwekking van elektriciteit wordt voor de situatie op landgoed Boschoord niet aanbevolen.

“Het opwekken van een kWh elektrisch is niet aan te bevelen bij ‘kleinere’ hoeveelheden biomassa zoals dat het geval is op landgoed Boschoord. De bijpassende stoomturbine is dan eveneens klein en daardoor eerder instabiel, vanwege de stoom onder zeer hoge druk. Daardoor komt het veiligheidsrisico in het geding. Daarnaast is dit het financieel onaantrekkelijk. De extra investeringskosten ten opzicht van de investering in alleen een warmte- installatie is heel hoog. Het hoogste rendement wordt behaald uit warmte-opwekking, dit is bijvoorbeeld 90% optimaal. Als daarnaast in de elektrische turbine moet worden geïnvesteerd zijn die hoge investeringskosten niet in verhouding met het rendement, de extra 10%.”²⁶

Daarnaast is het grote voordeel van de verbrandingsinstallatie, met enkel kWh(th) productie, dat deze aan- en uit gezet kan worden wanneer de warmte vraag te laag is (seizoensgebonden). Een installatie die elektriciteit produceert moet permanent draaiend blijven. De hoogte van de vraag naar elektriciteit is namelijk veel minder seizoensafhankelijk. Als laatst zijn bij dergelijke projecten vaak ook contractuele afspraken met de elektriciteitsnetbeheerders waaraan de ‘overproductie’ van de installatie wordt verkocht. Kort om, permanente levering moet garandeert worden, een tussenweg is er niet.

Gebaseerd op hoofdstuk 3, de kwaliteit vereisten van de houtchips en, in hoofdstuk 5 waarin de beschikbare (potentiële) hoeveelheden staan, is te bepalen wat de installatie aan moet kunnen. Op grond daarvan kan worden bepaald welke installatietype voor landgoed Boschoord het best passend is. Daarnaast is de totale warmtevraag van het kantoor, het museum en het behandelcentrum berekent. (zie hoofdstuk 6) Een installatie levert in de meeste ‘soortgelijke projecten’ enkel thermische energie. Ook dit onderzoek richt zich op de productie van warmte. De nadelen van het opwekken van elektrische energie zijn genoemd. Desondanks is de elektriciteitsvraag in dit onderzoek geïnventariseerd. Dit kan eventueel als aanknopingspunt functioneren bij verdere uitwerking van dit concept.

²⁶ Interview Dhr. B. Reuverkamp, installatie handelaar/ deskundige.

5. BOSBEHEER BOSCHOORD.

Gezien het landgoed Boschoord hoofdzakelijk uit bos bestaat gaat dit onderzoek verder in op de houtige vorm van biomassa. Dit hoofdstuk beschrijft specifiek de huidige toestand van het bos op landgoed Boschoord. Dit betreft de houtvoorraad, de aanwas per jaar en het huidige bosbeheer. Verder wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de benaderwijze van de potentiële hoeveelheden houtige biomassa.

5.1. Bosbeheer en situatie.

In oktober 2004 is voor het landgoed Boschoord eigendom van de stichting Maatschappij van Weldadigheid (MvW), voor de periode 2005 – 2015 een bosbeleidsplan opgesteld²⁷ in het kader van het project FSC- groeps-certificering. Op basis van dat beleidsplan heeft de stichting het FSC – groeps-certificaat verkregen. Een van de voorwaarden bij het FSC – groeps-certificaat was dat er een bosbeheerplan werd opgesteld, waarin het beleid uit het beleidsplan wordt vertaald naar concrete beheersmaatregelen. Bij FSC – certificering geeft de MvW aan het bos in haar eigendom op ecologische en duurzame wijze te willen beheren (volgens de FSC principes). De beheermethode ‘geïntegreerd bosbeheer’ is voor de stichting een geschikte beheermethode om duurzaam bosbeheer te realiseren. Dit plan is opgesteld voor een periode van tien jaar. Na tien jaar dient het plan te worden geëvalueerd en geactualiseerd.

De gegevens van het beheerplan zijn tot stand gekomen door vaksgewijze inventarisatie op het oog. Er zijn voor dit beheerplan veel bosgegevens verzameld. Op basis van deze gegevens is de opstandlegger opgesteld. Hierin staat per vak en afdeling het oppervlak per hectare, het beheertype de hoofdboomsoort en het kiemjaar. Deze gegevens zijn van belang bij de berekening volumebepaling van de houtvoorraad en voor het in aanmerking komende volume energiehout.

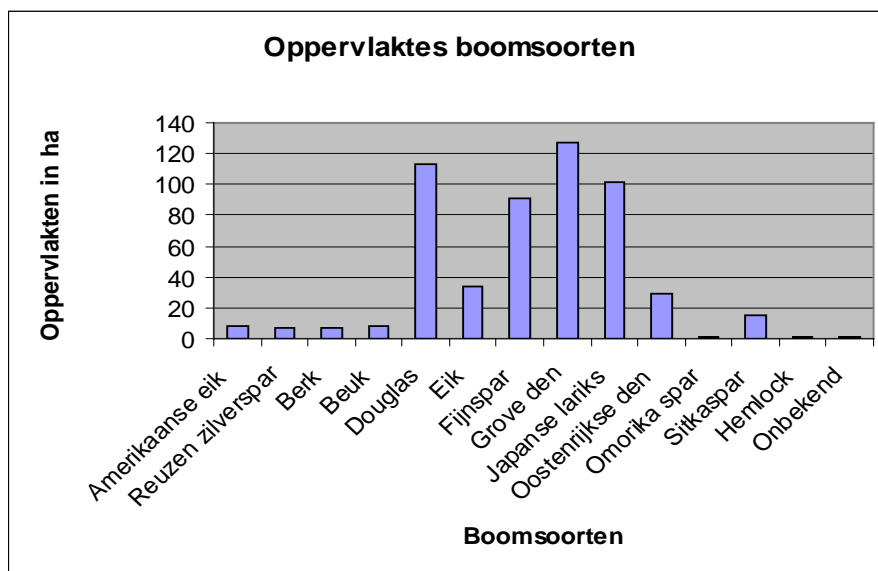
Een precieze inschatting is nodig van de hoeveelheid energiehout in m³, omgerekend naar tonnen. Dit betreft het hout dat niet voor andere verwerkingsdoeleinden in aanmerking komt. Hout als tak- en top-hout dat momenteel in het bos achterblijft na dunningen, hout uit onrendabele dunningen en uit kaal-slagen van slecht functionerende opstanden vormt het biomassa potentieel. Om te kunnen beoordelen of energie opwekking op landgoed Boschoord haalbaar is moet een accuraat beeld van de staande houtvoorraad, de bijgroei en de per jaar beschikbare hoeveelheid biomassa verkregen worden. Om hiervan een goed beeld te krijgen zijn eerder voltooide inventarisatieprojecten geraadpleegd. Dit betreft het onderzoek naar leeftijdverdeling van de houtopstanden, genaamd; ‘*De vergrijzing van het Nederlandse bos, het toekomstperspectief voor de continuïteit van de houtproductiefunctie*’ en het ‘*Verjongingsplan Boschoord*’. Beide geven informatie over de toestand van de houtopstanden op landgoed Boschoord. Het onderzoek naar de leeftijdsverdeling van de opstanden bracht aan het licht dat er te weinig verschil in leeftijden aanwezig is en er zeer noodzakelijk beheer op verjonging moet ingezet worden. Het bos verjongingsplan is daarop gebaseerd en biedt een concreet plan deze ongewenste situatie op te lossen. Doormiddel van bijvoorbeeld (groepen)kap systeem gefaseerd over tien jaar moet de toekomstige houtproductie verzekerd worden en in de totale houtvoorraad van het landgoed verschillende leeftijden van bomen bewerkstelligt worden.

²⁷ Bosbeheerplan voor het boscijendom van de Stichting Maatschappij van Weldadigheid 2005 – 2015, Bosgroep Noord- Oost Nederland 2005.

5.1.1. Vergrijzing op Boschoord.

De functie houtproductie heeft moeten inleveren op de functie natuur en recreatie in bossen. Dit is het gevolg van de introductie van geïntegreerd bosbeheer dat sinds de jaren zeventig gehanteerd wordt. Deze beheermethode is geen standaard recept, waardoor elke bosteigenaar daar een eigen invulling aan kan geven. Afhankelijk van eigen prioriteiten en voorkeuren. Bij de huidige implementatie van geïntegreerd bosbeheer lijkt men zich echter sterker te richten op natuur en recreatie. De huidige situatie waarin het bos zich bevindt is niet het gevolg van de beheersmethode geïntegreerd bosbeheer, maar van de wijze waarop het bos nu wordt beheerd. Binnen het huidige bosbeheer wordt alleen doorgedund en niet of nauwelijks verjongd. Het uitblijven van de verjonging in de laatste tien tot vijftien jaar brengt de continuïteit van de houtoogst in gevaar. Aangetoond middels dit onderzoek is dat de verjonging op het landgoed Boschoord niet voldoende aanwezig is.

Op kaart is (bijlage 5) weergegeven welke boomsoort waar voorkomt. Deze kaart laat duidelijk zien dat de naaldbomen goed vertegenwoordigd zijn. Vooral Lariks, Douglas en Grove den komen in veel percelen dominant voor. Verder is te zien dat de Grove den voornamelijk in grote gebieden voorkomt. De Grove den is een lichtboomsoort en zal daarom niet zo snel te vinden zijn in kleine percelen. Van de loofbomen is de eik het meest vertegenwoordigd met ongeveer 35 ha. Daarnaast komen de berk en beuk nog als inheemse loofbomen voor, maar hun aandelen zijn gering. De Amerikaanse eik is de enige uitheemse loofboomsoort.²⁸

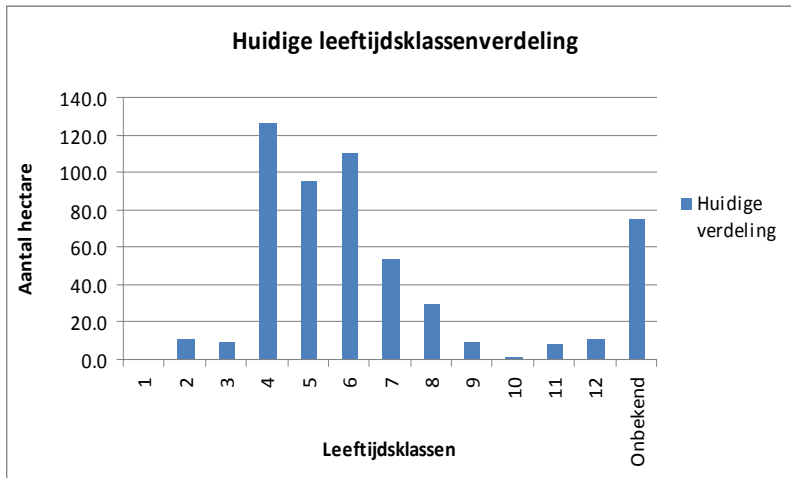


Figuur 2: Oppervlakten per boomsoort

²⁸ De vergrijzing van het Nederlandse bos, het toekomstperspectief voor de continuïteit van de houtproductiefunctie', Hartkamp W.M., Jansen W.J.M, juni 2008.

5.1.2. Verjongingsplan Boschoord.

Aan de hand van studie naar ‘vergrijzing’, waarmee aangetoond is dat het noodzakelijk is op korte termijn meer op bosverjonging in te zetten op landgoed Boschoord, is de vraag ontstaan hoe dat in praktijk gebracht moet worden. Om dit plan in praktijk te brengen is een aantal percelen aangewezen waar groepen- en coulissekap gewenst is. In het kader van de verjongingsdoelstelling en het aanbrengen van bosstructuur heeft men bosvakken geselecteerd met daarin de leeftijdsklasse 4, 5 en 6 omdat deze leeftijd binnen Boschoord overmatig aanwezig zijn. Betreffende klasse moeten naar beneden gebracht worden om ruimte te creëren voor de verjonging.²⁹



Figuur 3: Leeftijdsklassenverdeling

Bij de beoordeling van het functioneren van de houtproductie is gelet op rechte stammen, noestvrije stamstukken en een goed verloop van het spilhout. Bij de beoordeling van natuur is gelet op inheemse soorten, structurlagen en bijzondere planten. Deze beoordeling is gevisualiseerd in de ‘Functiebeoordeling kaart’ (bijlage 6). Op deze beoordeling is het verjongingsplan gebaseerd.

De kaart ‘Verjongingspercelen komende 10 jaar’ geeft per werkblok weer welke percelen gedurende de komende 10 jaar gekapt moeten, worden verdeeld over twee periodes van 5 jaar. (bijlage 7) Dit komt overeen met de planningscyclus uit het beheerplan (Bosgroep Noord- Oost Nederland, FSC). De vak- en afdelingsnummers zijn gebaseerd op de opstandlegger uit het FSC- beheerplan.

²⁹ Verjongingsplan Boschoord, studentengroep BUF Van Hall Larenstein, januari 2009.

5.2. Berekening van tak- en tophout volume.

Deze paragraaf is gewijd aan de berekening van het tak- en tophout volume. Het areaal aan bos op landgoed Boschoord is opgedeeld in acht werkblokken van vergelijkbare omvang. Jaarlijks wordt er in één of twee van de werkblokken geoogst. Op grond van de gegevens uit het FSC beheerplan, de opstandgegevens die daarin opgenomen staan en op grond van het 'bosverjongingsplan' is nu duidelijk welke percelen in aanmerking komen voor kaalkap ten behoeve van bosomvorming. Het aandeel reguliere houtoogst, ten behoeve van kwalitatief hoger hout wordt jaarlijks bepaald.

Aan de hand van eigen interpretatie van de beoordeling op functioneren van deze opstanden is gebleken dat het doel ten aanzien van de bosverjonging niet overeenkomstig is met de voor biomassa in aanmerking komende percelen. De criteria verschillen.

Vanuit het bos- verjongingsplan zijn vakken geselecteerd vanuit het doel de bos- generatieverschillen weer in ballans te brengen. De voor de bestemming 'biomassa' in aanmerking komende percelen zijn volgens een andere criteria aangewezen. Voor dit gebruiksdoel is beredeneerd dat juist de vakken die beoordeeld zijn op 'slechte houtproductie', 'matige houtproductie', 'slechte natuur' en 'matige natuur' een hogere biomassa potentie bevatten. (bijlage 8, is gebaseerd op bijlage 6) Dit in tegenstelling tot de selectie in het bos- verjongingsplan waarin voorgesteld wordt met name de leeftijdsfase 4, 5 en 6 te kappen. In deze leeftijdsklasse staat kwalitatief hoogwaardig hout. Voor biomassa ligt het potentieel in slecht functionerende opstanden met kwalitatief laag hout. De geselecteerde vakken uit bijlage 8 komen in aanmerking voor een dunning of een kaalkap. Bij deze werkzaamheden komt naar verwachting een bepaalde hoeveelheid biomassa vrij.

Vanwege de mogelijk variërende intensiviteit en de hoeveelheid van de boswerkzaamheden is uitgegaan van de drie verschillende kapsenario's. Per scenario is de hoeveelheid tak- en tophout berekend.

Scenario 1: Is berekend op: het doorzetten van het huidige (verjonging/omvorming) beheer, reguliere houtoogst/productie, enkele kaalslagen per jaar, oogst van brandhout, onderhoud van lanen en de omvorming van 'slecht renderende' opstanden.

Scenario 2: Is berekend op: het doorzetten van het huidige (verjonging/omvorming) beheer, reguliere houtoogst/productie, enkele kaalslagen per jaar en het omvormen van 'slecht functionerende' opstanden.

Scenario 3: Gaat uit van: het reguliere hout/oogstniveau inclusief het brandhout en het onderhoud aan lanen.

5.2.1. Opbrengst tabellen.

Een precieze berekening van het opstandvolume (V) is noodzakelijk vanwege het belang van de hoeveelheden biomassa, nodig voor bepaling van haalbaarheid van deze studie. Daarom is voor de hoofdboomsoorten de dominante hoogte gemeten en een de hand daarvan het volume (m³ per hectare) bepaald met behulp van de opbrengstentabel³⁰. Daaraan voorafgaand is gekeken naar de bodemkaart en geconcludeerd dat er zich in de bodem waarop Boschoord ligt geen grote verschillen voordoen. Het betreft doorgaans een leemarm, fijn zandige podzolgrond (bijlage 9)³¹. De groeiomstandigheid is dus in die zin als gelijk te beschouwen. De grondwatertrap in dit gebied varieert tussen VI en VII, er zijn iets nattere gebieden rondom vennen. (bijlage 10)

Onder de hoofdboomsoorten worden voor naaldhout: **Japanse lariks, Douglas, Fijnspar en de Grove den** verstaan. **De Zomereik** is de meest voorkomende loofhoutsoort, in totaliteit zijn loofbomen in mindere mate aanwezig op landgoed Boschoord.

Aan de hand van het gemiddelde van de hoogste bomen per opstand, de dominante boomhoogte, (H_{dom}) en de leeftijd is de groeiklasse bepaald per boomsoort. Gebaseerd op dit uitgangspunt, het boomvolume per hectare, in het gemiddelde volume per hectare op landgoed Boschoord berekent. Op grond daarvan is het volume van biomassa potentie berekend.

Om ingang te vinden in het opbrengst tabellenboek is de dominantie boomhoogte per hoofdboomsoort bepaald. Hiervoor zijn per opstand (2 – 5) hoogste bomen gemeten. Met het (gemiddelde) van deze dominante hoogte en de leeftijd zijn de groeiklasse van de geïnventariseerde opstanden bepaald. Na de groeiklasse bepaald te hebben werden de hoeveelheden houtvolume (m³ per hectare) inzichtelijk. De berekening hiervan is te vinden in bijlage 11. Het gemiddelde van de uitkomsten is gehanteerd als rekengetal. Uit deze 'proefmeting' is berekend dat het gemiddelde stamvolume per hectare naaldhout 284 m³ is en van loofhout 208 m³. Het gemiddelde van beide is ca. 268 m³/ha. Het opstandgemiddelde waarmee gerekend wordt in deze studie. Het berekende landelijk gemiddelde en schatting van deskundigen bevestigen deze aanname (bijlage 11).

³⁰ *Opbrengst tabellen voor belangrijke boomsoorten in Nederland, Jansen J.J. et al, 1996.*

³¹ *Kennisonline.wur.nl.*

5.3. Berekeningen toegepast op de verschillende houtstromen.

Zoals beschreven in hoofdstuk 3.2.1. wordt de het biomassa potentieel berekend met behulp van de Biomassa Expansie Factor (B.E.F.- factor). Bij de houtoogst op landgoed Boschoord wordt ca. 80 % van de lopende bijgroei geoogst. De bijgroei bedraagt ca. 9 kubieke meter per hectare per jaar. Dit is een schatting op basis van het interpreteren van de groeiplaatsgegevens, aanwezige boomsoorten en de landelijke bijgroei cijfers³². Dit betreft alleen het volume spilhout met schors. Voor energietoepassingen is het tak- en tophout een belangrijke houtstroom. Voor biomassatoepassingen is daarom met de BEF- factor bepaald wat het totale boomvolumes is. Daarvan is het totale van de potentiële biomassa afgeleid. Het aandeel tak- en tophout varieert per boomsoort, daarom is met de BEF- factor per boomsoort de hoeveelheid berekend.

5.3.1. Stamhout dunning huidig + potentiële oogst biomassa.

In de reguliere dunningen wordt op Boschoord elk jaar ca. 2.800 m3 rondhout geoogst, in 2010 was dit ca. 4000 m3, beduidend meer dan gemiddeld. Afhankelijk van de noodzaak tot dunnen wordt er op Boschoord wel, of niet gedund. De overzichten van de 'houtoogstregistratie tabellen' staan in bijlage 12.

Tabel: houtoogst per jaar en gemiddelde.

| Jaar | Totaal geoogst (m3) | Totaal gedund (ha) | Gemiddeld/ ha/m3. |
|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| 2003 | 2.943 | 115 | 26 |
| 2004 | 4.099 | 149 | 28 |
| 2005 | 1.447 | 42 | 35 |
| 2006 | 1.377 | 39 | 35 |
| 2007 | 3.575 | 105 | 34 |
| 2008 | 1.287 | 35 | 37 |
| 2009 | 3.967 | 90 | 44 |
| 2010 | 4.186 | 120 | 35 |
| totaal | 22.881 | 695 | |
| gemiddelde | 2.860 | 87 | 33 |

Bij de reguliere oogst van stamhout blijft het tak- en tophout in de huidige situatie achterblijft. Het volume van dit resthout is berekend middels de BEF- factor. Het betreft een gemiddelde van ca. 1.000 m3 per jaar. Afhankelijk van de hoeveelheid houtoogst varieert dit getal per jaar en is doorgaans hoger.

Uit deze berekening blijkt dat er per jaar gemiddeld 2.860 m3 hout geoogst wordt en er daarbij gemiddeld 1.058 m3 tak- en top hout vrijkomt.

| Jaar | m3 /jr. | *B.E.F (1,37) | Totaal m3 biomassa |
|--------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| 2003 | 2.943,00 | 4.031,91 | 1.088,91 |
| 2004 | 4.099,00 | 5.615,63 | 1.516,63 |
| 2005 | 1.447,00 | 1.982,39 | 535,39 |
| 2006 | 1.377,00 | 1.886,49 | 509,49 |
| 2007 | 3.575,00 | 4.897,75 | 1.322,75 |
| 2008 | 1.287,00 | 1.763,19 | 476,19 |
| 2009 | 3.967,00 | 5.434,79 | 1.467,79 |
| 2010 | 4.186,00 | 5.734,82 | 1.548,82 |
| gemiddelden | 2.860,13 | 3.918,37 | 1.058,25 |

³² FSC beleidsplan St. Maatschappij van Weldadigheid, Bosgroep, 2008.

5.3.2. Kaalslagen huidig + potentiële oogst biomassa.

In jaar 2010 hebben op Boschoord kaalslagen plaatsgevonden. De hoeveelheid energiehout van deze kaalslagen is aangenomen als uitgangspunt voor gemiddeld jaarlijkse hoeveelheid. Opgenomen in de totaalberekening (5.3.7.) als 250 m³/jaar. In kapsценario 2 en 3 is deze houtstroom niet opgenomen omdat niet zeker is of deze maatregel consequent jaarlijks plaatsvindt.

| Kaalkap 2010 | Totaal geoogst (m ³) | aantal ha. | B.E.F | Totaal* B.E.F. | M3 biomassa |
|---------------|----------------------------------|-------------|-------|----------------|---------------|
| kaalkap jl | 240,00 | 1,61 | 1,50 | 360,00 | 120,00 |
| kaalkap pc | 372,81 | 4,04 | 1,32 | 492,11 | 119,30 |
| Totaal | 612,81 | 5,65 | | 852,11 | 239,30 |

Naast deze kaalslagen wijst het plan 'natuurlijke verjonging' een aantal vakken aan waarin de eerste tien jaar, met ingang van werkzaamheden vanaf 2010, verjonging gerealiseerd moet worden. Het plan natuurlijke verjonging hanteert de werkblokken zoals in het FSC beheerplan. Per werkblok is een aantal vakken geselecteerd waarin groepenkap of coulissekap gepland zijn (zie bijlage 7). Van deze beheerplanning is de hoeveelheid biomassa berekend door het aantal hectares te kappen bos te vermenigvuldigen met de gemiddelde hoeveelheid m³ per hectare maal de B.E.F.-factor (voor 'naaldhout gemiddeld'). Het hoger kwalitatief hout wordt niet als biomassa meegerekend. De hoeveelheid tak- en tophout uit kaalslag en omvorming voor de komende tien jaar is per werkblok/jaar gemiddeld 809 m³.

| | Totaal 1e 5 jaar: | Totaal 2e 5 jaar: |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Aantal Ha | 29,7 | 30,7 |
| M3 | 7.959,60 | 8.227,60 |
| BEF | 11.939,40 | 12.341,40 |
| Potentieel m3 tak- top | 3.979,80 | 4.113,80 |
| Tak- top m3/ jaar | 795,96 | 822,76 |
| Gemiddeld m3/jaar | | 809,36 |

5.3.3. Slecht renderende opstanden + potentiële oogst biomassa.

Deze vakken zijn gekozen aan de hand van het de functie beoordelingskaart. Aan de hand van dezelfde kaart zijn slecht functionerende opstanden voor biomassa potentieel gekozen. (zie bijlage 6). Deze omvormingsmaatregel kan worden meegenomen in de reguliere houtoogst per werkblok. De hierbij vrijkomende hoeveelheid biomassa, wordt jaarlijks geschat op: ca. 3.000 m³. Of deze hoeveelheden daadwerkelijk geoogst zullen worden hangt af van de keuze van de bosbeheerder. In het beheersplan staat deze omvormingskaalslag niet omschreven. Wel is zeker dat dit als biomassa potentieel kan worden aangemerkt. De percelen zijn beoordeeld als slecht functionerend op de functies: 'productie' en 'natuur'. Ze worden meegenomen in de berekening van de totale hoeveelheid per jaar in kapsценario 1 en 2. (Wb: werkblok.)

| | Loofhout | Naaldhout |
|--------------------------------------|---------------|-----------------|
| Aantal Ha | 39,51 | 196,58 |
| Ha/ Wb (/8) | 4,94 | 24,57 |
| M3 per Wb | 1.323,59 | 6.585,43 |
| M3*B.E.F. | 1.985,38 | 9.022,04 |
| Potentieel m3 tak- top / jaar | 661,79 | 2.436,61 |
| Totaal m3: | | 3.098 |

5.3.4. Brandhout huidig + potentiële oogst biomassa.

De jaarlijks gewonnen hoeveelheid brandhout is aangenomen op grond van het enige beschikbare jaar-overzicht van brandhoutverkopen, het jaar 2010. Van het jaar 2011 is slechts één kwartaal inzichtelijk maar komt overeen met het gemiddelde per kwartaal in 2010. (zie bijlage 13). Naar schatting komt er per jaar gemiddeld 772 m3 brandhout vrij. Dit getal is genomen als uitgangspunt. In het geval dat deze hoeveelheid niet voor energiehout wordt ingezet blijft in het beste geval slechts ca. 390 m3 per jaar over als energiehout. De totale hoeveelheid vermenigvuldigt met de B.E.F- factor (loofhout gemiddeld) met aftrek van het brandhout is het de hoeveelheid tak- en tophout.

| Brandhout | m3 | B.E.F loof | Tot m3 | tak en top m3 |
|-----------|---------------|------------|----------|---------------|
| 2010 | 772,00 | 1,50 | 1.158,00 | 386,00 |

5.3.5. Laanbomen huidig + potentiële oogst biomassa.

Er komt ook energiehout vrij bij het onderhoud van 550 laanbomen en een aantal bospaden op het landgoed. Op het onderhoud van deze landschapselementen moet de MvW momenteel geld toeleggen. De kosten bedragen € 40,- tot € 50,- per ton geoogste houtsnippers. De houtsnippers worden verkocht voor circa € 20,- per ton. Een verliespost van ongeveer € 20 - € 30,- de ton.³³ Berekend is het totaal boomvolume en het totaal tak- en top hout. Het tak- en tophout is ditmaal gedeeld door drie omdat het geen oogst maar snoeiwerk betreft. Ca. 500 m3 per jaar potentieel energiehout. In de totaalberekening is 103 m3 gerekend als jaarlijks hoeveelheid.

| Soort | Aantal | M3* B.E.F (1,27 Beuk) | Tak- en tophout | /3 (opsnoei) m3 |
|----------------|--------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| Loofhout/ beuk | 550 | 2095,5 | 1545,5 | 515,1667 |

5.3.6. Hoe groot is de biomassa aanwas per jaar op het landgoed?

Voor Boschoord geldt een gemiddeld bijgroei-cijfer (Icv) van 9 m3/ha/jaar. Hier wordt mee gerekend in de houtoogstplanning en is bepaald op grond van de groeiklasse. Voor de berekening is de B.E.F-Factor gemiddeld van naald en loofhout 1,35³⁴ gebruikt. Aan de hand van deze berekening komt het bijgroei volume per jaar op Boschoord op: 554,51 ha x 9,0 (Icv) x 1,35 = 6.615 m3 volume bijgroei. Gezien het werkhout niet voor biomassa in aanmerking komt wordt dit er vanaf getrokken. 6.615 m3 – 554,51 ha x 9,0 (Icv) = 1.715 m3. Dit is het jaarlijks bijgroeiend volume biomassa potentieel, tak- en tophout op het totale landgoed. Deze hoeveelheid is niet meegenomen is de totale berekening. Desondanks relevant doordat dit weergeeft dat er continuïteit en garantie van oogstbaar energiehout is. In de toekomst kan per jaar minimaal 1.700 m3 geoogst worden zonder dat de houtopstand schade ondervindt.

| | ha houtopstand | * 268m3 /ha | eenheid |
|---------------------------------|----------------|-----------------|---------------|
| Staande houtvoorraad (V) | 544,51 | 122.514,75 | m3 |
| V* BEF | 544,51 | 165.394,91 | m3 |
| Biomassa potentieel tak en top. | 544,51 | 42.880,16 | m3 |
| Icv * ha * B.E.F- factor | 544,51 | 6.615,80 | m3/jr |
| Biomassa potentieel biomassa. | 544,51 | 1.715,21 | m3/jr. |

³³ Benutting van de biomassa uit het Drents-Friese Wold, tussenrapportage maart 2011, Natuur en Milieu Federatie Drenthe

³⁴ Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen, Tolkm G.W. et al. Alterra- rapport 1380, ISSN 1566-7197, Wageningen 2006.

5.3.7. De totalen.

Het biomassa potentieel is berekend zoals beschreven. De totale berekening van de hoeveelheden per jaar is in drie scenario opgedeeld (5.2). Dit omdat niet per definitie alle houtstromen door de beheerder voor energiehout beschouwd en ingezet hoeven worden. In de praktijk zal zeer waarschijnlijk niet alle potentiële massa geoogst worden. Van deze drie scenario's is scenario 1 het scenario waarin wordt uitgegaan van totale oogst en hoog mogelijke benutting van het tak- en top hout. Het tweede scenario is een variant daarop maar neemt de brandhout en kaalslag stromen niet in de berekening mee. Het derde scenario betreft alleen de stromen van tak- en top hout uit reguliere boswerken met inbegrip van het brandhout. In de tabel: de drie kapsenario's en de totale hoeveelheden.

| Totaal potentieel/ scenario 1 | | | |
|-----------------------------------|-----------|--------------|--------------|
| Houtstromen | Type hout | Biomassa m3 | m3/ jr. |
| oogst regulier | naald | 1.058 | 1.058 |
| kaalslag bosverjonging | gemengd | 809 | 809 |
| kaalslag | naald | 239 | 250 |
| brandhout | loof | 772 | 772 |
| lanen | loof | 515 | 103 |
| Slecht functionerend.% potentieel | naald | 2.437 | 2.437 |
| Slecht functionerend % potentieel | loof | 662 | 662 |
| Totaal | | 6.492 | 6.091 |

| Totaal potentieel excl. Kaalslag, brandhout/ scenario 2 | | | |
|---|-----------|--------------|--------------|
| Houtstromen | Type hout | Biomassa m3 | m3/ jr. |
| oogst regulier | naald | 1.058 | 1.058 |
| kaalslag bosverjonging | gemengd | 809 | 809 |
| Slecht functionerend.% potentieel | naald | 2.437 | 2.437 |
| Slecht functionerend.% potentieel | loof | 662 | 662 |
| Totaal | | 4.966 | 4.966 |

| Totaal zonder verjonging/slecht functioneren/ scenario 3 | | | |
|--|-----------|--------------|--------------|
| Houtstromen | Type hout | Biomassa m3 | m3/ jr. |
| oogst regulier | naald | 1.058 | 1.058 |
| brandhout | loof | 772 | 772 |
| lanen | loof | 515 | 103 |
| Totaal | | 2.345 | 1.933 |

Het totale biomassa potentieel per jaar is volgens 1^e scenario berekend op ca. 6.000 m3. Het potentieel volgens het tweede scenario is ca. 5.000 m3 per jaar. Scenario 3 is het laagste uitgangspunt: ca 2.000 m3 energiehout per jaar. Deze uitkomsten zijn het uitgangspunt van dit rapport en worden gehanteerd bij het onderzoek naar de best passende verbrandingsinstallatie voor Landgoed Boschoord. Een overzicht van het totaal biomassa potentieel per scenario staat in bijlage 21.

6. HUIDIG ENERGIEVERBRUIK EN HET ALTERNATIEF OP BOSCHOORD.

6.1. Markt en energieafzet productie in kWh(th) en/of kWh(e).

Energie wordt in twee soorten opgewekt en is te onderscheiden als: de elektrische energie(e) en de thermische energie(th). Afhankelijk van het type installatie komt alleen warmte energie vrij of warmte energie en elektriciteit. Afzet mogelijkheden moeten lokaal worden gezocht. Het eigen gebruik van de energie, dus door de eigenaar van landgoed Boschoord, de stichting Maatschappij van Weldadigheid, is optioneel. Dit zal, in het geval van dit concept, een jaarlijkse besparing op normale inkoop van energie opleveren. Anderzijds kan door de verkoop van de energie, aan een externe afnemer, opbrengst gegeneerd worden. Als externe afnemer is het behandelcentrum Hoeve Boschoord gekozen. Van het behandelcentrum is het energieverbruik geanalyseerd.

Door elektriciteit (kWh(e)) op te wekken, nadat in eigengebruik is voorzien, kan een overproductie ontstaan. Voor een overproductie bestaat de mogelijkheid aan het energienet terug te leveren. Dit levert ca. € 0,08/kWh. Dat is beduidend minder dan het inkoop tarief van ca. € 0,23/kWh³⁵. Dit betekent dat er een hogere prijs te verkrijgen zal zijn doormiddel van energielevering aan bijvoorbeeld lokale afnemers. Dat kan door de energie aan te bieden voor gereduceerd tarief van bijvoorbeeld 80% van de marktwaarde.

Deze haalbaarheidstudie richt zich in eerste instantie op de energievoorziening van het landgoed zelf als afnemer. Onderzocht wordt of het leveren aan lokale(externe) afnemer, waardoor wellicht meer biomassa en een grotere capaciteit installatie nodig zal zijn, lucratiever is. Gebleken is dat leveren aan de externe afnemer voordelen heeft ten opzichte van het eigengebruik. (Hoofdstuk 8)

6.1.1. Seizoensafhankelijke warmtevoorziening.

De energievraag verschilt per seizoen en dag en per nacht. Het energie verbruik door de leverancier verrekent nadat onderscheid gemaakt is in laag en hoog gebruik. De energie prijzen verschillen, in laag/dalperiode zijn deze goedkoper. De warmtevraag zal in de zomer lager zijn dan in de winterperiode. Dit heeft gevolgen voor het aantal draaiuren van de verbrandingsinstallatie. In het ideale geval is er voor de zomerperiode een warmtebehoefte van bijvoorbeeld een zwembad op het behandelcentrum voorhanden. Dit echter niet geval. Het dichts bijzijnde zwembad is op 1 á 2 km vanaf het behandelcentrum. Het verschil van de warmtevraag per seizoen is met 1/3 zomermaanden (april – oktober) en 2/3 wintermaanden (november – maart) te verdelen. Het nadeel van de elektriciteit opwekkende installatie is dat deze permanent moet draaien en niet kan stop gezet worden in bijvoorbeeld het zomerseizoen. Het voordeel van de warmte opwekkende installatie is dat deze wel aan- en uit gezet kan worden.

³⁵ Interview dhr B. Slot, hoofd technische dienst, Behandelcentrum Hoeve Boschoord.

6.2. Kantoor en museum.

De mogelijke energiebestemmingen, de energieafnemende partijen, waarvan het energieverbruik onderzocht is zijn het de panden op het landgoed zelf en het behandelcentrum Hoeve Boschoord. Vlakbij landgoed Boschoord, nabij Frederiksoord staat het kantoor van de stichting Maatschappij van Weldadigheid (huize Westerbeek) en het museum over de Maatschappij van Weldadigheid. Deze zijn in eigendom van de Maatschappij en vormen optie 1. Het behandelcentrum is optie 2. (zie ook hoofdstuk 7.5) Optie 1 verdient de voorkeur boven optie 2 vanwege de directe besparing bij het wegvallen van energie inkoop in het geval van eigenproductie. De jaarafrekening is van de periode 2008/2010. Zowel kWh(e) als gasverbruik kWh(th). Deze zijn in de jaarafrekening opgemaakt voor anderhalf jaar vanwege de nieuwe peil datum in september. Terug gerekend naar één jaar is het aantal kWh/ 19 maanden x 12 maanden.

De adressen zijn:

- Museum: Koningin Wilhelminalaan 87, 8382GC Frederiksoord:
- Kantoor: Majoor van Swietenlaan 28, 8382CG Frederiksoord:

6.2.1. Elektriciteit en gasverbruik.

De totale elektriciteitsvraag van het kantoor en het museum totaal is ca. 47.000 kWh(e) per jaar. (de overzichten, bijlage 14)

| Museum | | 2010 | |
|----------------|---------|---------------|----------------|
| Elektriciteit | hoog | 18.079 | kWh/jr. |
| | laag | 13.710 | kWh/jr. |
| Totaal | | 31.789 | kWh/jr. |
| Kantoor | | 2010 | |
| Elektriciteit | hoog | 10.829 | kWh/jr. |
| | laag | 4.707 | kWh/jr. |
| Totaal | | 15.536 | kWh/jr. |
| Totaal | | 47.325 | kWh/jr. |
| Gas | Museum | 12.953 | m3 gas /jr. |
| | Kantoor | 8.626 | m3 gas /jr. |
| Totaal | | 21.579 | m3/jr. |

6.2.2. Warmtevraag.

Het gasverbruik wordt geduid in m3. Voor dit onderzoek is het omgerekend naar kWh voor een gemakkelijkere vergelijking met de uitkomsten van de berekening van de mogelijke productie van kWh(th). Voor de omrekening naar kWh(th) is de factor 10,54 gebruikt. Één m3 gas bevat 10,54 kWh³⁶ (bijlage 16). De warmte vraag van het kantoor en het museum is totaal 227.443 kWh (th). De onderstaande tabel biedt van deze berekening het overzicht. Het verschil van de warmtevraag per seizoen is met 1/3 zomermaanden (april – oktober) en 2/3 wintermaanden (november – maart).

| | m3/ seizoen | m3/ maand | kWh maand | kWh/jr. |
|----------------|---------------|-----------|-----------|----------------|
| winter (5 mnd) | 14.386 | 2.877 | 30.326 | 151.628 |
| zomer (7 mnd) | 7.193 | 1.028 | 10.831 | 75.814 |
| totaal | 21.579 | | | 227.443 |

³⁶ lijst van termen en hun betekenis, augustus 2006.

6.3. Behandelcentrum Hoeve Boschoord.

Als optie komt het behandelcentrum Hoeve Boschoord, een onderdeel van de stichting Trajectum, in aanmerking. Dit centrum ligt midden op landgoed Boschoord. Deze instantie wordt als externe afnemer beschouwd omdat deze volledig onafhankelijk van de Maatschappij van Weldadigheid opereert. De gunstige ligging is van grootte (meer)waarde.

Voor het behandelcentrum is het energie verbruik moeilijker te bepalen. Het complex heeft namelijk de beschikking over een eigen WKK die gevoed wordt met aardgas. Met de WKK wordt het hoofdgebouw en verschillende bijgebouwen van energie, zowel elektrisch als warmte, voorzien. Andere panden op het terrein zijn daarop niet aangesloten en worden op met een CV- systeem verwarmd (zie warmtevraag). Deze panden zijn aangesloten op het (reguliere)elektriciteit- en gasnetwerk.

Per jaar wordt, naast de genoemde eigenhandige geproduceerde elektriciteit met de WKK, ca. 400.000 kWh(e) per jaar ingekocht van de netleverancier. Het totaalverbruik, waarvan de teruglevering aan het net is afgetrokken, is gemiddeld ca. 1.090.000 kWh(e) per jaar. Deze tabel geeft het overzicht van het totaal elektriciteitsverbruik op het behandelcentrum: (de overzichten, bijlage 15)

Het adres is:

- Boijlerstraat 4, 8387 XN Boschoord

6.3.1. Elektriciteitsverbruik:

| jaar | | 2006 |
|---------------|--------------------------|----------------------|
| Electra | inkoop elektriciteit ca. | 400.000 kWh |
| | productie | 720.000 kWh (WKK) |
| | terug levering | 2.100 kWh (ca.) |
| Totaal | verbruik | 1.117.900 kWh |

| jaar | | 2009 |
|---------------|--------------------------|----------------------|
| Electra | inkoop elektriciteit ca. | 400.000 kWh |
| | productie | 706.551 kWh (WKK) |
| | terug levering | 2.109 kWh |
| Totaal | verbruik | 1.104.442 kWh |

| jaar | | 2011 |
|---------------|--------------------------|----------------------|
| Electra | inkoop elektriciteit ca. | 400.000 kWh |
| | productie | 660.000 kWh (WKK) |
| | terug levering | 6.600 kWh |
| Totaal | verbruik | 1.053.400 kWh |

| gemiddelden | | |
|---------------|--------------------------|----------------------|
| Electra | inkoop elektriciteit ca. | 400.000 kWh |
| | productie | 695.517 kWh (WKK) |
| | terug levering | 3.603 kWh |
| Totaal | verbruik | 1.091.914 kWh |

6.3.2. Gasverbruik:

De WKK wordt gevoed met aardgas, een gemiddelde van 250.000 m3 per jaar. Ook de CV- installaties, van de 'niet' aan de warmtewisseling van de WKK aangesloten panden, worden met aardgas gevoed. De CV installatie verbruikt eveneens ca. 250.000 m3 per jaar. De totalen hiervan staan in deze tabel: (de overzichten, bijlage 15)

| jaar | | 2006 | Eenheden |
|------|-----------------|----------------|-----------|
| Gas | CV | 227.258 | m3 |
| | WKK | 295.299 | m3 |
| | verbruik | 522.557 | m3 |

| jaar | | 2009 | |
|------|-----------------|----------------|-----------|
| Gas | CV | 261.346 | m3 |
| | WKK | 232.870 | m3 |
| | verbruik | 494.216 | m3 |

| jaar | | 2011 | |
|------|-----------------|----------------|-----------|
| Gas | CV | 261.347 | m3 |
| | WKK | 224.000 | m3 |
| | verbruik | 485.347 | m3 |

| gemiddelden | | | |
|-------------|-----------------|----------------|-----------|
| Gas | CV | 249.984 | m3 |
| | WKK | 250.723 | m3 |
| | verbruik | 500.707 | m3 |

6.3.3. Warmtevraag.

Omdat het opwekken van elektriciteit uit houtchips op deze kleine schaal wordt afgeraden, wordt in dit onderzoek uitgegaan van de situatie zoals volgt: de WKK blijft in werking op het behandelcentrum, het gasverbruik daarvan verandert niet en de energieproductie blijft gelijk. Het gasverbruik door de CV- installaties daarentegen geldt wordt gezien als warmtevraag van het Behandelcentrum. De berekening in de onderstaande tabel is gebaseerd op het gemiddelde gasverbruik van de CV. De factor 10,54 kWh/m3 gas is gebruikt voor de omrekening naar kWh(th)³⁷ (bijlage 16). Deze tabel geeft de warmtevraag (zonder de WKK) van het behandelcentrum weer: Het verschil van de warmtevraag per seizoen is met 1/3 zomermaanden (april – oktober) en 2/3 wintermaanden (november – maart).

| | m3/ seizoen | m3/ maand | kWh maand | kWh/jr. |
|----------------|----------------|-----------|-----------|------------------|
| winter (5 mnd) | 166.667 | 33.333 | 351.333 | 1.756.667 |
| zomer (7 mnd) | 83.333 | 11.905 | 125.476 | 878.333 |
| totaal | 250.000 | | | 2.635.000 |

³⁷ lijst van termen en hun betekenis, augustus 2006.

6.3.4. Totale warmtevraag.

Van de drie complexen is eveneens de warmtevraag berekend. Gebruikt zijn daarbij de conversiefactoren. (bijlage 16) De gebruikte omrekeningsfactor is: 10,54 kWh/m³ gas.³⁸

Deze tabel geeft de totale warmtevraag van het kantoor, het museum en het behandelcentrum weer:

| | m3/ seizoen | m3/ maand | kWh maand | kWh/jr. |
|----------------|----------------|-----------|-----------|------------------|
| winter (5 mnd) | 181.053 | 36.211 | 381.659 | 1.908.295 |
| zomer (7 mnd) | 90.526 | 12.932 | 136.307 | 954.148 |
| totaal | 271.579 | | | 2.862.443 |

6.4. Energie op Boschoord middels de biomassaverbrandingsinstallatie.

Berekend is of de hoeveelheid biomassa volstaat om aan de warmtevraag van het landgoed alleen en/of van het behandelcentrum te voldoen. Dit is berekend met behulp van een rekenmodel, genaamd E-land³⁹. Om te berekenen hoeveel energie per kapsenario (hoofdstuk 5.3) uit de houtchips opgewekt kan worden, is de hoeveelheid energiehout, uit de drie kapsenario's, in dit model ingevoerd. Dit model is ontworpen om doormiddel van de beschikbare hoeveelheid houtchips (en kwaliteiten) de installatiecapaciteit te berekenen. De investering richtprijs van de installatie wordt gelijktijdig berekend. Het overzicht van alle resultaten is te zien in de bijlage 17.

Als uitgangspunt van de kwaliteit is voor 'houtsoort': 'Mix- middel' en 'Vuren' genomen. Voor de houtvorm snippers 'G30' (Oostenrijkse normering) (bijlage 2) en als vochtigheidspercentages 35% en 40%. Dit betreft zomer gedroogde chips, de gestreefde kwaliteit. Voor het aantal te draaien uren van de installatie per jaar is 4000 uur genomen (een schatting van het seizoensbrede gemiddelde). Gebaseerd op deze ingevoerde gegevens heeft het model de vereiste capaciteit van de installatie berekend. In de tabel staat per kapsenario de mogelijke capaciteit van de installatie:

| | Capaciteit | Aardgas equivalent | Hout | Energie | Energie |
|------------|------------|--------------------|-------|---------|-----------|
| Eenheid | kW (th) | M3 | ton | MWh | kWh |
| scenario 1 | 1.250 | 572.500 | 1.700 | 5.050 | 5.050.000 |
| scenario 2 | 1.000 | 460.000 | 1.400 | 4.050 | 4.050.000 |
| scenario 3 | 400 | 180.000 | 530 | 1.575 | 1.575.000 |

De benodigde capaciteit uitgaande van het energieverbruik is het aantal kWh(th) gedeeld door het aantal draaiuren van de installatie(4000 uur). Het vereiste vermogen, berekend per optie, staat in deze tabel(en):

| | | |
|--|------------------|-------------------------|
| Kantoor + museum (optie 1): | kWh/jr. | Vereist vermogen kW(th) |
| totaal | 227.443 | 56,86 |
| Behandelcentrum (optie 2): | kWh/jr. | Vereist vermogen kW(th) |
| totaal | 2.635.000 | 658,75 |
| Kantoor + museum + behandelcentrum: | kWh/jr. | vermogen kW(th) |
| totaal | 2.862.443 | 715,61 |

³⁸ lijst van termen en hun betekenis, augustus 2006.

³⁹ E-land model, Energie van het land, modeling biomass2heat, Zilverberg advies.

6.4.1. Volstaat de hoeveelheid chips om aan deze warmtevraag te kunnen voldoen?

Uit de tabellen van het voorgaande hoofdstuk blijkt dat de warmtevraag van het kantoor, het museum en het behandelcentrum met de hoeveelheid biomassa uit kapscenario 2 ruimschoots te voldoen is (1,4 keer kan de vraag kan hiermee voldaan worden). Aan de warmtevraag van het kantoor en het museum alleen is met de hoeveelheid houtige biomassa uit scenario 3 ruimschoots te voldoen. (7 keer de vraag kan met deze hoeveelheid voldaan worden) Voor warmtevoorziening van alleen het behandelcentrum volstaat eveneens kapscenario 2. (hier geldt een overcapaciteit 1,5 keer de vraag). Dit betekent dat de het aantal productie uren van de installatie (4000/jr) aanzienlijk naar beneden moet worden bijgesteld of dat in de praktijk een installatie met een lager vermogen gekozen moet worden dan E-land hier aangeeft. De benodigde hoeveelheid ca. 2.700.000 kWh(th)/jaar (optie 2) gedeeld door het aantal draaiuren (4000) geeft aan dat een installatie met een vermogen van 660 kW(th) volstaat.

Met het E-land model kan desgewenst ook het aardgasequivalent berekend worden. Daarnaast wordt het volume(m³) in tonnen berekend en de warmteproductie in MWh per jaar. Bij inzet van de houtchips uit de drie scenario's is berekend wat aantal geproduceerde kWh/MWh is, bij 4000 productie uren per jaar. Van de ingevoerde hoeveelheden zijn de volgende gegevens verkregen. Aan de hand van deze resultaten worden de eindberekeningen gedaan en conclusies getrokken.

| | Capaciteit v/d installatie | Aardgas equivalent | Hout | Energie | Energie |
|------------|----------------------------|--------------------|-------|---------|-----------|
| Eenheid | kW (th) | M ³ | ton | MWh(th) | kWh(th) |
| scenario 1 | 1.250 | 572.500 | 1.700 | 5.050 | 5.050.000 |
| scenario 2 | 1.000 | 460.000 | 1.400 | 4.050 | 4.050.000 |
| scenario 3 | 400 | 180.000 | 530 | 1.575 | 1.575.000 |

Hiermee is de energiepotentie op het landgoed Boschoord naast de energievraag van de energieverbruikers gelegd. Er blijkt ruimschoots voldoende energie potentieel/ energiehout om aan de hoogste warmtevraag (museum, kantoor en behandelcentrum) te kunnen voldoen.

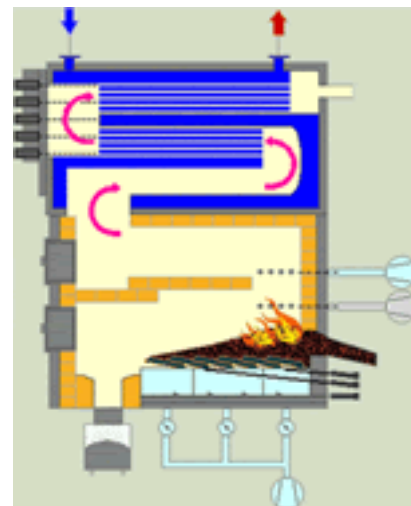
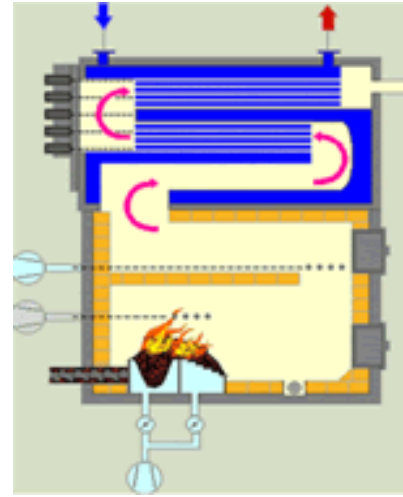
6.4.2. Bypassende installatie.

Zonder de technische kennis is niet te bepalen welke installatie het best geschikt is voor de situatie op Boschoord. Wel is zeker dat deze voorbeelden van verbrandingsinstallaties in aanmerking komen. Dit betreft de MAWERDA installaties met onderschroef verbranding. Met het onderschroef verbrandingsystemen is het mogelijk een zeer brede range van biomassa om te zetten in energie. Het onderschroef verbrandingsprincipe kent drie systemen:

- FU RIA :onderschroef verbranding met een leverbaar vermogen van 110 KW tot 850 kW.
- FU RIA B: onderschroef verbranding met een leverbaar vermogen van 110 KW tot 1100 kW.
- FU RA: dubbele onderschroef verbranding met een leverbaar vermogen van 100 KW tot 5000 kW.

Het MAWERA bewegend vlakrooster verbrandingsstelsel is geschikt voor de verbranding van biomassa in de range van stof tot stukgrootte van 300 mm (> G30 tot G100) en voor hout van droog tot 50% vochtigheid. Tevens is het geschikt voor de verbranding van afwijkende brandstoffen met een hoog asgehalte. De MAWERA bewegend vlakrooster houtverbrandingsinstallatie wordt aangeduid met type FSR met een leverbaar vermogen tot 13000 kW.

Het grote voordeel van het vlakke bewegende rooster is als eerste de hoge beschikbaarheid door het zeer zware ontwerp en als tweede het lage stofgehalte in de rookgassen door de gecontroleerde beweging van de brandstof op het rooster. Bij verbranding met een vlak bewegend rooster wordt de brandstof in vergelijking met andere systemen gecontroleerd voortbewogen ⁴⁰



⁴⁰ www.estufa.nl/luchtinjectiesysteem.

7. REALISATIE VERBRANDINGSINSTALLATIE BOSCHOORD.

De invulling en uitwerking van praktische zaken die aan de orde zijn bij uitvoering van dit concept worden in dit hoofdstuk beschreven. Het zogenaamde detailniveau. Deze investeringen zijn nodig bij het opwekken van energie uit biomassa. Ze bepalen uiteindelijk de kostprijs van de kWh(th) uit biomassa. Alvorens kan worden bepaald of het rendabel is te investeren in de biomassaverbrandingsinstallatie moeten de kosten van het opwekken van energie inzichtelijk worden. Het investeringsbedrag van de installatie is van invloed op de kostprijs van een kWh warmte maar ook de hoeveelheid werk die het kost om van tak- en top hout chips te maken.

7.1. Investeringskosten van de centrale.

De investeringsgrote zijn globaal berekend middels het E-land model, van het minimaal bedrag tot het maximaal bedrag maar bieden een goede indicatie van de investering. Ze zijn inclusief: brandstoftoevoer, lucht- en rookgasstelsel en rookgasreiniging. Voor de schatting van de totale installatiekosten moeten de bedragen voor de ketel met de factor 2-4 worden vermenigvuldigd. Uit de tabel is te lezen van welke investering/ richtprijs kan worden uitgegaan per scenario. Onder de installatiekosten worden de aanlegkosten verstaan en de investeringskosten van de verbrandingsinstallatie. Dit zijn bijvoorbeeld de aanleg van de loods waarin de installatie komt te staan en de overkapping waaronder de chips komen te liggen (drogen) voordat ze de installatie ingaan. Er wordt uitgegaan van de gemiddelde benadering omdat er op Boschoord nog geen van deze onderdelen aanwezig zijn.

| | Capaciteit | Energie | Energie | kosten min. | kosten max. | Kosten min.(x4) | Kosten max. (x4) | gemiddelde |
|------------|------------|---------|-----------|-------------|-------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Eenheid | kW (th) | MWh | kWh | euro | euro | euro | euro | euro |
| scenario 1 | 1.250 | 5.050 | 5.050.000 | 195.000 | 395.000 | 780.000 | 1.580.000 | 1.180.000 |
| scenario 2 | 1.000 | 4.050 | 4.050.000 | 142.500 | 295.000 | 570.000 | 1.180.000 | 875.000 |
| scenario 3 | 400 | 1.575 | 1.575.000 | 75.000 | 127.500 | 300.000 | 510.000 | 405.000 |

Na contact met een leverancier van verbrandingsinstallaties⁴¹ is gebleken dat inzicht in de complete exploitatie berekeningen in bezit niet mogelijk is. Het gaat daarbij over maatwerk, velerlei bijkomende kosten en over klantspecifieke gegevens. Met deze berekeningen wordt beoordeeld of de installaties wel of niet renderen. In deze berekeningen zijn o.a. meegenomen: de uren die besteed worden aan project planning/voorbereiding, de jaarlijks afschrijvingen van de installatie, het aantal werkuren (ca. 0,5 fte) voor onderhoud en bediening, het (mogelijk) uitbesteden van het aanvoeren van de chips uit de opslag tot de installatie, onderhoudskosten, procescontrole en de kosten van asafvoer. Daarentegen is de Energie Investeringsaftrek (EIA) een fiscale 'voordeel'. Daarmee gaat de energiekostprijs omlaag doordat minder inkomsten- of vennootschapsbelasting hoeft te worden betaald. In 2011 is 41,5% van de investeringskosten aftrekbaar van de fiscale winst. Het directe financiële voordeel is afhankelijk van het belastingpercentage; het bedraagt ongeveer 10% van de goedgekeurde investeringskosten. Deze EIA kan toegepast worden naast de 'gewone' investeringsaftrek.⁴² Deze regeling verkort de terugverdientijd van de investering.

⁴¹ B. Reuverkamp, exploitant verbrandingsinstallaties.

⁴² www.agentschapnl.nl/nl/programmas-regelingen/energie-investeringsaftrek-eia

NB: De Subsidie Duurzame Energie (SDE) is op de productie kWh elektrisch van niet van toepassing (bijlage18) De ministeriële regeling; Milieu-kwaliteit Elektriciteitsproductie (MEP) subsidie is eveneens gebaseerd op de duurzame productie van kWh elektrisch, is momenteel opgeheven in afwachting van nadere besluitvorming door het volgende Kabinet.

7.2. Transport.

Normaal gesproken worden de snippers vaak over grotere afstand verplaatst alvorens ze op de plaats van bestemming/ afnemer zijn. Normaal gesproken wordt er gerekend met de kosten van € 67,- /uur voor een vrachtwagen met container (ca. 15 m³) Een nadelig aspect van versnippering is dat wanneer één m³ rondhout (of het rondhoutequivalent aan takken) versnipperd wordt, dat deze biomassa dan een volume van drie m³ los gestorte houtsnippers krijgt. Drie m³ snippers wegen nog steeds één ton. Het te transporteren volume is echter driemaal zo groot geworden ten opzichte van het transport van massief rondhout. De transportkosten worden bij direct gebruik van de chips in de installatie op of nabij het landgoed(het behandelcentrum), beduidend lager.

7.2.1. Aanvoerwegen.

De boswegen zijn in goede staat op landgoed Boschoord. Deze worden met regelmaat hersteld na hout-oogstactiviteiten. De plaats waar de installatie zal komen te staan moet goed bereikbaar zijn voor zwaardere vrachtwagen combinaties. Hiervoor moeten verharde wegen aangelegd worden wanneer deze afwezig zijn.

7.3. Opslagterrein.

De opslag van de chips moet op een plek zijn waar het winddroog kan worden. Een grote betonnen plaat volstaat. Houtchips kunnen daar zon- en wind droog worden. Voordat de chips de installatie ingaan worden ze in een voorportaal gestort, onder een overkapping. De hout- chips met 35 % vochtpercentage kunnen niet langer dan een jaar bewaard worden. Hoe hoger het vochtpercentage van de chips hoe sneller het moet worden verwerkt. Meer details over opslag staan in bijlage 19.⁴³

Het opslag terrein moet groot genoeg zijn voor de opslag van de voorraad houtchips ca. 800 m³ (is ca. 20m x35m). Een glad afgewerkte betonnen vloer moet gestort of aangelegd worden vlakbij/naast de loods. In het referentie project bij Beetsterzwaag wordt een deel van de voorraad onder een overkapping/schuur ondergebracht. De overkapping heeft een capaciteit van ca. 250 m³ voldoende voor ca. twee weken (bij 4000 draaiuren/jr. 1,50 m³ per uur x 14 dagen). Deze hoeveelheid is aan de orde in kap-scenario 1 waar een brandstofhoeveelheid van ca. 6000 m³ chips per jaar wordt verwerkt. Dit vormt een onderdeel van de investering en is inbegrepen in de berekening van de totale investeringskosten.

7.3.1. Transportnetwerk buizen.

Voor het transport van de warmte doormiddel van het 'medium' water, zullen gelaste stalen buizen met isolatie van 12 meter per stuk gebruikt moeten worden. Vanaf de installatie tot de afnemer en retour. De installatie dient zo dicht mogelijk bij de warmteafnemer te worden geplaatst om de kosten van dit leidingnet (langer = duurder) zoveel mogelijk te beperken. Deze factor is bepalend op de uiteindelijke kostprijs. Het behandelcentrum staat direct op het landgoed, dus dicht bij het bos, de bron van de massa. Het kantoor en het museum staan ca. 5 km van Boschoord vandaan. Het transport, het leidingnet zou een (te) grote afstand moeten overbruggen. Hoge kosten en warmte/rendementverlies ca. 1% per 500 m treden dan op. Dit betekent dat of het kantoor en het museum (optie 1) van het landgoed of het behandelcentrum (optie 2) alleen van warmte zal kunnen worden voorzien.

⁴³ Winst uit eigen woud hout oogsten, bewaren en stoken, de Boer B. februari 2009.

7.4. Boswerkzaamheden.

Er zijn voor dit onderzoek drie oogstmethoden gedefinieerd. Het 'geïntegreerd oogsten' (gelijktijdig) van rond- en energiehout, de 'geïntegreerde oogst met een gespleten werkgang' en de 'kaalslagmethode' in het geval van de bos omvorming waarbij het sortiment als stamhout verkocht kan worden maar ook de hele boom gechipt kan worden.

De dunningsmethode 'tak- en tophout geïntegreerd' oogsten en de methode 'geïntegreerd met een gespleten werkgang' gebeurd met behulp van een Harvester. Bomen worden zowel geveld als uitgesnoeid. De houtige biomassa (top- en takhout en de dunnere stammen) laat men bij de gespleten werkgang de bos opstand om te drogen. Een halfjaar later wordt een Forwarder ingezet om het hout uit de opstanden te halen. Met een oogsttrein (tractor, versnipperaar, kiepwagen) wordt het hout op een verzamelplaats versnipperd en in containers afgevoerd. Voor de kaalslag geldt het zelfde principe, vooral het verzamelen van het hout is dan gemakkelijker. Deze methoden zijn geschikt voor terreinen met een redelijk tot goed draagvermogen. Met de opbrengst van het vrijkomende rondhout (industrieel sortiment) kan een groot deel van de voornaamste oogstkosten worden gedragen. Inzet van geïntegreerde oogstmethode levert gemiddeld een extra opbrengst op van 15-20% dankzij de oogst van het tophout en de overgebleven takken.⁴⁴ De kaalslag methode is vooral rendabel vanwege de bereikbaarheid die ontstaat bij de exploitatie.

Om de kosten van de boswerkzaamheden te bepalen zijn prijsindicaties opgevraagd van aannemers die de bosbouwwerken en/of oogst van biomassa uitvoeren. Gebleken is dat de meest efficiënte oogstmethode de kaalslagmethode is en direct het totale boomvolume daarbij te versnipperen. In dit onderzoek gaat het echter vooral om de oogst van het tak- en tophout uit dunningen na droging (geïntegreerde oogst met gespleten werkgang).

- 1) De geïntegreerde oogst: is te gebruiken in opstanden die al hoger kwalitatief hout opleveren. Het energiehout is hier tak- en tophout. Het energiehout naar de bosweg uitrijden en daar chippen is de meest efficiënte methode. De oogstkosten worden gedragen door het industriële sortiment. De extra opbrengsten zijn ca 20-25 %.⁴⁵
- 2) Oogst uit een dunning met gespleten werkgang: Bij het chippen van het tak- en tophout moet een machine worden gehuurd. Deze kost ca. € 115,- per uur. Deze machine kan 5 ton houtige biomassa per uur verwerken tot houtsnippers, een kostenpost van 23,- per ton. Daarnaast bedragen de transportkosten naar de dichtstbijzijnde afnemer circa € 6,- per ton. De prijs van een ton houtsnippers bij de afnemer varieert van € 30,- tot € 35,- per ton. Wanneer wordt meegenomen dat werkzame uren van de gebruikte machine nooit 100% zijn en er daarnaast nog loonkosten moeten worden berekend, blijkt dat de afvoer van het tak- en tophout als chips niet rendabel kan worden uitgevoerd.
- 3) Oogst uit een kaalslag: Bij de versnippering van hout uit kaalslag wordt gerekend met ca. 5 ton per uur bij vollast werk met een snippercombinatie. Deze combinatie betreft een trekker met hooglader en een container aan de bosweg. De snippercombinatie kost € 115,- /uur. En een container staat aan de bosweg. De combinatie snippert een hooglader achter de trekker vol en lost deze vervolgens in de container aan de bosweg. Per vrachtwagen wordt het naar de verwerkende industrie gebracht. De gerekende kosten per ton zijn (incl. transport) ca. €20,- De huidige prijs per ton bij de afnemer zijn € 30.- tot € 35,-. Verwacht wordt een prijs van € 40.- tot € 45,- in 2012.⁴⁶

⁴⁴ Winst uit eigen woud hout oogsten, bewaren en stoken, de Boer B. februari 2009.

⁴⁵ de hout voor energie voorzieningsketen; "van bos naar poort", D. Kofman, Danish forestry Extension

⁴⁶ Dhr. Leffers, bosbouwaannemer in Havelte, mei 2011.

De aanname van kosten en opbrengsten die aan de orde zijn bij het 'oogsten' van het biomassa potentieel zijn per ton en geven een indicatie. Voor de kostprijs bij geïntegreerde oogst is uitgegaan van ca. € 30,- en marktwaarde is € 35,- per ton in 2011 en € 45,- per ton in 2012. De opbrengst is dan € 5,- per ton in 2011 en € 15,- in 2012. De kostprijs bij de oogst uit dunning, met de gespleten werkgang, zijn nog hoger; de kostprijs van € 40,- per ton is aangenomen. De kaalslag is het meest rendabel uitvoerbaar bij een kostprijs van € 20,- per ton. In de tabel: Netto opbrengsten van de houtchips volgens de drie oogstmethode. (zie voor gehele berekening bijlage 20)

| | Jaar | Geïntegreerd (1) | Geïntegreerd met gespleten werkgang (2) | Kaalslag (3) |
|------------|------|------------------|---|--------------|
| scenario 1 | 2011 | € 8.500 | € -8.500 | € 25.500 |
| | 2012 | € 25.500 | € 8.500 | € 42.500 |
| scenario 2 | 2011 | € 7.000 | € -7.000 | € 21.000 |
| | 2012 | € 21.000 | € 7.000 | € 35.000 |
| scenario 3 | 2011 | € 2.650 | € -2.650 | € 7.950 |
| | 2012 | € 7.950 | € 2.650 | € 13.250 |

Duidelijk is aan de hand van deze (ruwe) schatting dat de oogst van biomassa, bij de geïntegreerde hout-oogst van het sortiment en van tak- en tophout rendabel is. De geïntegreerde oogst met gespleten werkgang, uitgaande van de huidige marktprijs per ton, is niet rendabel uitvoerbaar. Voor de kaalslagmethode blijken de cijfers te allen tijde positief. Met deze 'indicatieve' bedragen wordt gerekend in hoofdstuk 7.5.

7.5. De kostenberekening.

De energievraag van de gebouwen behorende bij het landgoed alleen, het kantoor en het museum is ca. 227.000 kWh(th) per jaar. Het behandelcentrum alleen vraagt ca. 2.600.000 kWh/jaar. In dit onderzoek is onderscheid gemaakt in twee opties: warmtevoorziening van 'het landgoed Boschoord' en warmte voorziening aan het 'behandelcentrum'. Uit kapscenario 2 komt voldoende hout vrij om in de warmtevraag van beide te voorzien. Van deze opties 2 zijn de kosten berekend. De besparing op inkoop van het huidige gasgebruik van het behandelcentrum heeft een marktwaarde van ca. € 130.000,- /jaar. De besparing op energie inkoop van kantoor en het museum tesamen € 11.000,- per jaar. De investeringskosten blijken in verhouding nu laag. Van de drie oogstmethoden zijn de oogstkosten gemiddeld € 30,- per ton. (De chips komen zowel uit geïntegreerde houtoogst, geïntegreerde houtoogst met gespleten werkgang als uit kaalslag).

Kosten (oogst/investering) voor de optie 1: 'kantoor en het museum'.

| | eenheid | opbrengsten kaalslag | opbrengst geïntegreerd | gespleten werkgang |
|----------------------------|---------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| oogstkosten zonder verkoop | 2011 | € 10.600 | € 15.900 | € 21.200 |
| installatie kosten (incl.) | 400 kW (th) | € 405.000 | € 405.000 | € 405.000 |
| Totaal | totaal | € 415.600 | € 420.900 | € 426.200 |

Kosten (oogst/investering) voor optie 2: 'behandelcentrum'.

| | eenheid | opbrengsten kaalslag | opbrengst geïntegreerd | gespleten werkgang |
|-----------------------------|---------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| Oogst kosten zonder verkoop | 2011 | € 28.000 | € 42.000 | € 56.000 |
| installatie kosten (incl.) | 1.000 kW (th) | € 875.000 | € 875.000 | € 875.000 |
| totaal | | € 903.000 | € 917.000 | € 931.000 |

De investeringskosten en de bijkomende kosten met aftrek van de opbrengsten per kWh(th) bij levering aan het kantoor en het museum en/of aan het behandelcentrum bepalen of dit project het investeringsrisico waard is.

De behoefte van het behandelcentrum is gemiddeld ca. 250.000 m3 aardgas per jaar. Een installatie met een vermogen van 660 KW zou volstaan bij 4000 draaiuren. Afgerond is dat 700KW (een vermindering van 30% ten opzichte van 1.000 KW) Hieronder is de kostprijs per kWh berekend. In vergelijking met de installatie van 1.000KW is voor de installatie van 700 kW vermogen, een vermindering van 30% over de investeringskosten en de oogstkosten toegepast. (Dit betekent dat 1.400 ton houtchips, in deze 70 % situatie 980 ton is geworden.)

| | Capaciteit | Aardgas equivalent | Hout | Energie | Energie |
|-----------------|------------|--------------------|-------|---------|-----------|
| Eenheid | kW (th) | M3 | ton | MWh | kWh |
| scenario 2 | 1.000 | 460.000 | 1.400 | 4.050 | 4.050.000 |
| Ideale situatie | 700 | 322.000 | 980 | 2.835 | 2.835.000 |

Een m3 aardgas kost het behandelcentrum ca. € 0,50 (Tarief voor kleingebruikers, inclusief transportkosten, energiebelasting (EB) en vastrecht). Wanneer warmte geleverd wordt aan het behandelcentrum zou dit voor een verlaagd tarief verkocht worden ten opzichte van de marktwaarde. (80% van de marktwaarde van de gasprijs.)

Één ton houtchips bevat ca. 2.900 kWh warmte. Één m3 aardgas bevat in deze berekening 8,8 kWh/m3.⁴⁷ Een ton houtchips heeft daarmee een gelijke energie inhoud van 330 m3 aardgas. 330 m3 aardgas kost de klant ca. € 165,-. Een ton houtchips op zichzelf heeft momenteel een marktwaarde van ca. € 35,-. Tussen de opbrengsten per ton chips, de energiewaarde van de ton houtchips en de kosten van het equivalent daarvan bij verbruik van aardgas zit nu een verschil van € 130,-. Echter doordat bij het leveren van warmte maar 80% van de (markt)gasprijs gerekend gevraagd kan worden is de totaal waarde i.p.v. € 165,- nu € 132,-. Het verschil, de marge, met de kosten per ton chips daar van afgetrokken is € 97,-. Met andere woorden; om dezelfde hoeveelheid kWh' s uit een ton hout op te wekken zoals nu uit gas gebeurd kan € 97,- per ton besteedt worden voordat dat onrendabel wordt. Ook betekend dit dat de opbrengsten van een ton chips in vergelijking met de gasprijs op de markt € 97,- hoger kan zijn. Door de investering en de oogstkosten door deze jaarlijkse marge te delen, zou de installatie al in 6-7 jaar terugverdient zijn. De productie/ onderhoudskosten van/voor de installatie moeten nog gemaakt worden.

7.5.2. Houtchips versus warmte.

Aan de hand van de kosten van de boswerken (hoofdstuk 7.4) wordt van het gemiddelde van € 30,- per ton uitgegaan. Kapsценario 2, waar de kosten € 42.000,- zijn het hout te oogsten volstaat aan de vraag van de installatie te voldoen en is het uitgangspunt. Aan de weg levert deze hoeveelheid (bij een marktwaarde(van € 35,- per ton) € 49.000 per ton euro op, slechts € 7.000 winst (minus de kosten, bijlage 20). Bij de omzetting van ton houtchips naar kWh(th) en deze energiewaarde vermarkten, voor 80% van de waarde ten opzicht van aardgas, aan het behandelcentrum moeten de chips meer opleveren dan € 35,- per ton. Een exacte berekening van de uiteindelijke kosten per kWh(th) is zeer complex omdat veel kosten specifiek per situatie verschillen en van variabele afhankelijk zijn. Ter berekening van de kostprijs per kWh(th) moet naast de investeringsgrootte van bij de installatie rekening gehouden worden met bijkomende, niet inbegrepen, kosten.

7.5.3. Berekening kostprijs.

Aangetoond is dat marge per ton chips, tegen de marktwaarde afgezet, met inbegrip van de oogstkosten, bij 80% van aardgasequivalent ca. € 97,- per ton is. De kostprijs per kWh is voor het behandelcentrum van ca. 2.700.000 kWh is € 0,24/kWh (kWh/kosten). In vergelijking met de prijs van aardgas lijkt dit hoger. (Aardgas is € 0,11 per kWh (€ 0,50/m3 en 8.8 kWh/m3). Echter voor de benodigde hoeveelheid kWh(th) het behandelcentrum te voorzien is de brandstof: 330 m3 gas gelijk aan één ton hout. Het verschil is daardoor gas: € 132,- tegen chips: € 30,- per ton. De brandstof houtchips op zichzelf is dus aanzienlijk goedkoper. De investering/productiekosten per kWh uit houtchips zijn hoog in vergelijking met de kale gasprijs maar de kosten om aardgas naar warmte om te zetten zijn niet bekend. Dat meegenomen zal het verschil in kostprijs naar verwachting heel klein blijken.

| | investeringskosten | Oogstkosten/jr. | totaal kWh bc | Kostprijs, €/ kWh |
|----------|--------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| 1.000 kW | € 875.000 | € 42.000 | € 2.635.000 | € 0,35 |
| 700 kW | € 612.500 | € 29.400 | € 2.635.000 | € 0,24 |

⁴⁷ www.wikipedia.org/wiki/Aardgas

7.6. Contractvormen.

Twee contractvormen, de meest voor de handliggende, zijn uitgelicht en beschreven op inhoudelijk aspecten. Bij afname van houtchips van derde, wanneer een tekort dreigt bij onvoldoende biomassa voorraad uit landgoed Boschoord zelf, komt het 'biomassaleveringscontract' aan de orde. Bij warmtelevering aan het behandelcentrum Hoeve Boschoord het 'warmteleveringscontract'.

7.6.1. Biomassa houtchips leveringscontract.

Het contract moet de volgende informatie bevatten:

- De identificatie van de partner(s) in het contract. (personalia)
- De namen en de telefoonnummers van de contactpersonen.

De volgende punten dienen contractueel vastgesteld te worden

- Een goed contract wordt afgesloten voor een langjarige contractperiode van bv: 3, 5 of 10 jaar.
- Een contract heeft een prijs index clause met een jaarlijkse heronderhandelingdatum.
- Het contract geeft de formule weer om de geleverde hoeveelheid energie/ ton te berekenen
- Het contract geeft de betalingsmethode weer. Met name de termijnen en de aanbetaling regeling.
- Het contract beschrijft duidelijk de kwaliteit van de chips die geleverd moeten worden.(normen)
 - De oorsprong van houtsoorten.
 - Het vochtgehalte van de chips.
 - Nominale grootte van de chips.
 - Fractie grootte en grote verdeling daarvan van de chips.
 - Het niet acceptabele van te grote delen.
 - Het asgehalte dat een ton chips bevat.
- Beschrijft duidelijk de hoeveelheid die geleverd moet worden en de verdeling daarvan over de tijd. (continuïteit/ tijdsinterval tussen ladingen)
- De eindgebruiker koopt wel of geen chips in van andere en visa versa.
- Het contract moet aangeven wat de hoeveelheid per levering is, waar van afgeweken kan worden met bijvoorbeeld 10% plus of 10% min.
- Het contract beschrijft de tijdsperiode waarin geleverd mag worden.
- Totale te leveren hoeveelheid, aangegeven in welke eenheid; ton, stère of GJ
- Verdeling over de tijd van de levering(en).
- Het aantal te besteden werkuren voor levering.⁴⁸

⁴⁸ Hout voor energie voorzieningsketen; "van bos naar poort", D. Kofman, Danish forestry Extension, maart 2011.

7.6.2. Biomassawarmte leveringscontract.

Deze opzet is bedoeld als richtlijn bij de voltooiing van het warmteleveringscontract voor behandelcentrum. Beide partijen worden geadviseerd te streven juridische advies in te winnen voor het aangaan van een juridisch bindend contract. Hierbij zijn de volgende punten aan de orde en moet de volgende informatie zijn opgenomen:

1. Contract.

- De identificatie van de partner(s) in het contract. (personalia)
- Het verbruiksadres van de afnemer. (technische gegevens afnemer)
- Schatting jaarlijks kWh(th) gebruik van de afnemer. (seizoensgebonden/hoog/laag)
- De betalingswijze + de gegevens (rekeningnummer – naam rekeninghouder)
- De betalingstermijn (maandelijks of drie maandelijks)
- Het tarief (prijs index clause met een jaarlijkse heronderhandelingdatum)
- De ingangsdatum van de afname/contract.

2. Biomassa specificatie.

De geschikte biomassa- specificatie zal afhangen van het type brandstof en de prestaties specificatie van de ketel. Hoewel biomassa kwaliteit kan worden beschouwd als minder belangrijk voor de eindgebruiker, omdat het hier de warmte die wordt gekocht betreft, is dit desondanks belangrijk. Dit is namelijk wel relevant in termen van de prijs van de ketel en de prijs van de warmte die hierdoor wordt bepaald. De biomassa specificatie is meetbaar aan de hand van opgestelde normen (bijlage 2). Middels deze normen kunnen alle relevante eigenschappen van de brandstoffen worden beschreven, alsmede de fysische en chemische eigenschappen van de brandstof, methoden voor de bemonstering en de beoordeling van het vochtgehalte, enz.

3. Duur van het contract.

Bij levering van warmte kWh aan het behandelcentrum Hoeve Boschoord is het van belang dat de duur van het contract wordt vastgelegd voor een groot aantal jaren, een langjarig contract. De leverancier en eindgebruiker kunnen overeenkomen tot een passend aantal jaren van levering. Er wordt aanbevolen dat het contract zal moeten lopen voor een minimale periode van twee jaar - heeft te maken met investeren in logistiek / installatie. De formele contractevaluatie moet op jaarlijkse basis plaatsvinden. Een verstandige opzegtermijn/ verlenging van het contract voor beide partijen is drie maanden.

4. Kwantiteit.

De hoeveelheid van de levering, seizoensbepaald en dag- nacht verschil indien van toepassing.

In theorie is het makkelijkst om biomassa te verkopen als energie. De geleverde energie is eenvoudig op te nemen doormiddel van een warmtemeter. Maar in de praktijk, is het niet zo eenvoudig de continuïteit van de afname te garanderen. Dit omdat het zal afhangen van tal van factoren, zoals de calorische waarde van de brandstof, de optimale werking van de ketel, en van de seizoensgebonden prestaties van de ketel. Het is daarom belangrijk vanuit het perspectief van de leverancier, dat een voorgeschreven hoeveelheid van warmte afname, contractueel wordt overeengekomen. Gebeurt dit niet dan zal de economische levensvatbaarheid van het contract in het geding kunnen komen.

5. Prijs.

De uiteindelijke sleutel tot een succesvol warmteleveringscontract is de transparantie tussen alle partijen over de prijsstelling van het tarief. Hierbij is het belangrijk dat de biomassa kosten blijvend de concurrentiekracht ten opzichte van prijzen van fossiele brandstoffen behouden. Dit met het oog op de economisch levensvatbaarheid voor de eindgebruiker. De biomassa leverancier en de warmte leverancier moeten ook in staat zijn voldoende winstmarge te behouden. De prijs moet dan worden geïndexeerd door het instellen van een eerste prijs op basis van de volledige kosten van het leveren van de biomassa aan de afnemer. De initiële prijs verandert dan in de tijd door de periodieke toepassing van de overeengekomen indexering. Echter, de afgifte van een gepaste index voor biomassa is complex. De stijgende kosten van fossiele brandstoffen zal steevast een domino-effect op de prijs van biomassa hebben (dat wil zeggen met betrekking tot oogst, verwerking en transportkosten). Er zijn een aantal verschillende vormen van indexering die zouden kunnen worden toegepast:

- Een belangrijke prijsindex voor de brandstof is de index zoals gebruikt wordt voor de index voor een zware stookolie (of gas) voor middelgrote productiebedrijven.
- De prijs kan verhoogd worden tegen een overeengekomen tarief. Per jaar bijvoorbeeld 2% of 5%. De meest geschikte indexering moet uiteindelijk onderling worden overeengekomen tussen de leverancier en de eindgebruiker.

8. Warmteafgifte.

In theorie is het contractueel het makkelijkst om biomassa te verkopen door middel van een bepaalde prijs per kWh of MWh. De andere contractuele afspraken over de kwaliteit van de brandstof, levertijden, etc. zijn erg belangrijk. Het is dan ook aan te bevelen dat de eindgebruiker een minimum hoeveelheid warmte per maand koopt om de financiële levensvatbaarheid van het contract te handhaven vanuit het perspectief van de leverancier. Ook zodat beide partijen aan hun verplichtingen kunnen blijven voldoen.

9. Betalingsvoorwaarden.

De datum van facturering kan afhangen van de eindgebruiker of de financiële boekjaren, terwijl de betalingsvoorwaarden zullen afhangen van de standaard van de leverancier en de verkoopvoorwaarden. Beide moeten vooraf overeengekomen worden om later te elk geschil op datum te voorkomen. De wijze van facturatie kan zijn indien gewenst tussentijds en/of jaarlijks.⁴⁹

⁴⁹ www.carbontrust.co.uk.

8. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN.

8.1. Opzet van criterium.

Belangrijke factoren die de haalbaarheid van het concept voor Boschoord bepalen gelden direct ook voor algemene toepasbaarheid op landgoederen. Gebleken is dat de haalbaarheid van dit plan afhankelijk is van zowel plaatselijk geldende factoren als algemeen geldende factoren. In opzet van criterium is geen onderscheid gemaakt daartussen. Het geldt in elke situatie. Voor een goede beoordeling van de mogelijkheden en/of een installatie rendabel kan zijn is maatwerk nodig. Daarnaast is het van belang wetenschap te hebben van de specifieke omstandigheden bij een dergelijk concept. Dit vergt specialistische kennis.

1. Er is beschikking over een landgoed, particulier bosbezit groter dan ca. 500 hectare.
2. De plaatselijk geldende beheersstrategie dient gericht te zijn op een hout producerende doelstelling.
3. Het potentieel (tak- en top)hout, met de bestemming houtchips, moet per hectare voldoende en beschikbaar zijn.
4. De opbrengsten per ton houtchips aan de bosweg dient lager te zijn dan dat het omgezet in energie oplevert. (specifieke berekening)
5. Beheersmaatregelen die plaatst vinden, andere dan houtproductie, en houtstromen welke daaruit als houtchips (snoei, takafval bij onderhoud en omvorming) vrijkomen, dienen te kunnen worden ingezet voor energie doeleinden.
6. Het totaal van de vrijkomende hoeveelheid houtchips per jaar moet volstaan de installatie te voorzien.
7. De totale per jaar vrijkomende hoeveelheid dient gedurende het jaar verspreid vrij te komen. De stroom houtchips moet constant zijn en gegarandeerd.
8. De energievraag (warmte/ elektriciteit) van de panden gerelateerd aan het landgoed moet berekend worden.
9. De energievraag (warmte/ elektriciteit) van andere grootte energieverbruikers in de omgeving moet berekend worden.
10. De energievraag, jaarrond / seizoensafhankelijk, moet bekend zijn zodat de installatie het efficiëntst productie uren kan blijven draaien.
11. Besloten moet worden aan welke vorm en hoeveelheid van energievraag voldaan wil gaan worden. (warmte en/of elektriciteit)
12. Een daarbij passende installatie, met voldoende capaciteit/vermogen, moet aan deze (warmte)energievraag kunnen voldoen. (situatie afhankelijk)
13. Indien uit het landgoed tijdelijk te weinig houtchips beschikbaar komen, moet aan de vraag doormiddel van inkoop van derde kunnen worden voldaan.
14. De chips moeten aan de normen die de installatie vereist voldoen. (vochtigheidspercentage, fractiegrootte, soortelijke energie inhoud)
15. De landgoedeigenaar dient voldoende financiële ruimte te hebben om een dergelijke (grootte)investering te kunnen doen. Naast subsidie/fiscale regelingen om de investering en/of exploitatiekosten te reduceren is vaak de bank nodig als kapitaalverschaffer voor de (rest)investering. Voor het verstrekken van een lening door de bank zijn zekerheden en garanties belangrijk.
16. Er dient onderzocht te worden of gebruik gemaakt kan worden van financiële baten zoals subsidie(s) en/of investeringsaftrek ter stimulatie van (duurzaam)initiatief door de overheid.
17. Er dient over vereiste vergunning(en) beschikt te worden.
18. Er dient voldoende ruimte een installatie/loods te plaatsen inclusief opslagruimte en aan- afvoerwegen.
19. Er dient voldoende mankracht/tijd beschikbaar te zijn de installatie te bevoorraden/ onderhouden.(ca.0,5 fte).
20. Chippen van energiehout vergt gespecialiseerde machines. Dit moet eventueel worden uitbesteed aan een aannemer.
21. De afstand van de installatie tot de afnemer van de energie dient niet groter te zijn dan ca. 500m.

8.2. Conclusie.

Het beantwoorden van de hoofdvraag is beantwoord vanuit de benadering de hoeveelheid beschikbare biomassa te inventariseren. Daarna is de grootte van de energievraag geïnventariseerd. Gebleken is dat met de biomassa potentie op het landgoed en de energie inhoud daarvan aan de energievraag kan worden voldaan. Deze hoeveelheid oogstbare houtchips is doormiddel van drie (kap)scenario's berekend. Bij de houtoogst en boswerken is het tak- en tophout dat achterblijft bruikbaar als biomassa.

Op grond van de factoren, die bepalen of het concept op Boschoord rendabel uitgevoerd kan worden, blijkt het antwoord op de onderzoeksvraag van deze studie meerzijdig. Uit deze haalbaarheidsstudie zijn een aantal mogelijkheden gebleken en zijn meerdere conclusies te trekken.

Voor een nauwkeurige beoordeling van de mogelijkheid voor een verbrandingsinstallatie is gebleken dat kennis en maatwerk nodig is. Het is van belang wetenschap te hebben van de investeringen en specifieke kosten die aan de orde zijn. Een complete exploitatie berekening. Om deze berekening op te stellen dient een vervolg onderzoek door een specialist/ een leverancier van installaties te worden voldaan. Dit onderzoek heeft desondanks wel tot resultaten geleid waarop beoordeeld kan worden of dit concept, aangaande de opwekking van warmte uit houtchips op landgoed Boschoord, haalbaar is.

De keuze tussen productie van elektrisch en/of warmte is gegrond op de omvang van het project. De opwekking van elektriciteit wordt afgeraden vanwege het risico dat de kleinere installaties (elektriciteits-turbines) instabiel kunnen zijn en vanwege het lage rendement. Daarnaast kan een elektriciteit opwekkende installatie niet stop gezet worden in bijvoorbeeld het zomerseizoen. Gekozen deze haalbaarheidsstudie op het voldoen van de warmtevraag te richten.

Het energiehout komt met name uit reguliere dunning, de bosvorming door kaalslagen en uit het kaalslaan van slecht renderende opstanden. Het biomassa aandeel uit de oogst van brandhout en uit het onderhoud van laanbomen is ook meegenomen in de berekening. Het is niet per se noodzakelijk dat de huidige oogst van brandhout als energiehout wordt ingezet. Uit andere stromen komt voldoende hout beschikbaar. Van deze houtstromen is het volume tak- en tophout berekend middels de B.E.F.- factor. De jaarlijkse bijgroei (Icv) van de hoeveelheid biomassa is berekend ter indicatie van de toekomstige oogstbare hoeveelheden. De laatst genoemde is niet bij het totaal opgeteld. Wel is hiermee de oogst biomassa garandeerbaar voor de toekomst.

De verschillende hoeveelheden per jaar in m³ zijn omgerekend van ton droge stof gehalte naar GJ energie inhoud per kopsenario. Daarmee is duidelijk geworden wat het energiepotentieel is. Dit biedt de opstap naar de verdere berekeningen. Dit biedt ook de mogelijkheid voor eventueel andere conclusies en dan in dit rapport gedaan worden of een uitgangspunt voor nader onderzoek. De oogstbare hoeveelheden zijn per definitie voldoende doordat er bij elke hoeveelheid een geschikte verbrandingsinstallatie op de markt is.

De warmtevraag is benaderd vanuit twee opties: het kantoor en het museum(1) en de optie het behandelcentrum Hoeve Boschoord(2). Uit inventarisatie van de hoeveelheid energiehout per jaar en van de energie(warmte)vraag is gebleken dat er voldoende energiepotentie op Boschoord aanwezig is de warmtevraag van beide opties te kunnen voldoen. Ook is gebleken dat de afstand tussen de twee opties te groot is en de warmte daarvoor over een te lange afstand moet worden getransporteerd. Het rendementverlies is ca. 1% per 500 m. Daarom moet gekozen worden tussen beide. Alleen voor het behandelcentrum is in dit de kostprijs per kWh te berekend. Ter beantwoording van de hoofdvraag is in deze

haalbaarheidstudie de energiepotentie op het landgoed Boschoord met de warmtevraag van de twee opties vergeleken. De potentie volstaat ruimschoots.

De factoren waarvan de haalbaarheid afhankelijk is zijn de constante beschikbaarheid van een bepaalde hoeveelheid biomassa en de oogstbaarheid daarvan. Daarnaast is de oogstkosten van de chips van invloed. De marktwaarde van de houtchips per m³ en de marktwaarde van de hoeveelheid aardgas per m³ zijn eveneens bepalend. Daarnaast moet de financiële ruimte om te kunnen investeren in een installatie van belang. Rekening moet gehouden worden met het feit dat manuren nodig zijn voor het draaiende houden van de installatie en het onderhoud.

Berekend zijn de investeringskosten en daarmee de kostprijs per kWh(th) uit biomassa. Gebleken is dat de kostprijs per kWh ca. € 0,24 is. De kostprijs per kWh uit aardgas, inclusief de investeringskosten, is niet bekend. Hierdoor kan dit niet exact vergeleken worden. Wat belangrijker is, en wel berekend kon worden, is dat de grondstof biomassa houtchips per ton € 97,- minder kost dan het equivalent van energie uit aardgas (bij 80% van de marktwaarde van aardgas). Dit geldt zowel voor landgoed Boschoord als voor elk willekeurig landgoed. De besparing die energiebrandstof houtchips oplevert ten opzichte van energie uit aardgas is dermate hoog dat bij de globale investeringskosten voor een installatie (opslag terrein en loods inbegrepen) in 6-7 jaar terug verdiend kunnen worden. De bijkomstige kosten en opbrengsten (fiscaal voordeel) zijn hierbij niet inbegrepen.

Gebleken is dat er op ten duur ecologische gevolgen mogelijk zijn bij het (te veel) oogsten van biomassa. Echter specialisten melden geen alarmerende gevolgen. Op arme zandgronden moet niet ten kosten van alles elke tak- of top voor energiebestemming worden geoogst, hier en daar wat laten liggen volstaat om dit eventuele gevolg te ondervangen. Daarnaast wordt de mogelijke verschaling tegen gegaan door de voorgestelde geïntegreerde oogstmethode met gespleten werkgang. De nutriëntrijke naalden en bladeren blijven dan ter plekke achter. Dit verhoogt eveneens de kwaliteit en de brandwaarde van de houtchips aanzienlijk. (hoger hout gehalte, lagere vochtigheidspercentages)

De realisatie van het project op de locatie van het behandelcentrum geniet de voorkeur. De ligging van het behandelcentrum midden op het landgoed is ideaal, de biomassa vergt zodoende geen hoge transportkosten. Eventuele externe leveranciers van houtchips zijn in de omgeving talrijk. Het technische personeel van het behandelcentrum kan wellicht de verbrandingsinstallatie onderhouden en aanvullen.

8.3. Aanbevelingen.

1. Aanbevolen wordt de keuze te maken tussen het voorzien van de panden behorend bij het landgoed of het behandelcentrum hoeve Boschoord. De afstand tussen is te groot om beide van energie te voorzien.
2. Aanbevolen wordt de oogstmaatregelen zoals in kapsценario 2 voorgesteld te hanteren, deze hoeveelheid volstaat om aan de warmtevraag van het behandelcentrum te voldoen.
3. Aanbevolen wordt in het geval van 'geïntegreerde oogst uit dunning' het energie hout een zomer lang in de houtopstand achter te laten. Dit verbetert de kwaliteit van de houtchips aanzienlijk maar is daarentegen arbeidsintensiever en dus duurder.
4. Aanbevolen wordt vanwege de relatieve kleinschaligheid alleen warmte op te wekken. Dit omdat het investeringbedrag voor een installatie waarmee warmte en elektriciteit te opgewekt kan worden niet in verhouding staat tot het rendement.
5. Aanbevolen wordt een programma van eisen(PvE) uit te werken. Als de beslissing genomen is dat dit project zal worden uitgevoerd, moet een programma van eisen worden opgesteld. Daarin staat beschreven aan welke eisen de installatie moet gaan voldoen, de techniek, maar ook de systeem grenzen, de totale omvang van de levering het gewenste onderhoud, ontwerpisen en kwaliteitseisen aan de installatie.
6. Aanbevolen wordt offertes aan te vragen. Met het PvE kunnen de leveranciers worden benaderd. Aanbevolen wordt in een vooronderzoek na te gaan welke leveranciers in staat zijn het gevraagde te leveren. In de offerteaanvraag kan worden gerefereerd aan de PvE. Een specialist bekiijkt de situatie en bepaald in welk 'model' het project het best gegoten kan worden. Na de berekening geeft men een bepaald rendement garanderen.
7. Aanbevolen wordt de op het behandelcentrum werkzame WKK, producent van elektriciteit, aan te houden maar in de overige warmtevraag te voorzien doormiddel van dit project.
8. Aanbevolen wordt een samenwerking met het behandelcentrum op te zetten waarbij de installatie en de opslag op het terrein van het behandelcentrum geplaatst kunnen worden.
9. Aanbevolen wordt contractueel de volgende zaken te regelen: betrouwbaarheid, levering, betalingsvoorwaarden, onderhoud met inbegrip van eventuele boete en indexeringsclausules.
10. Aanbevolen wordt het personeel op het behandelcentrum mede verantwoordelijk te maken voor het onderhoud en het aanvullen van de installatie, dit bespaard kosten.
11. Aanbevolen wordt de opgewekte warmte voor ca. 80% van de marktwaarde van het equivalent in aardgas te verkopen.
12. Gebleken is onder de huidige marktomstandigheden de investering in 6-7 zeven jaar terugverdiend kan worden. Daarnaast is de verwachting dat de prijs van fossiele brandstof komende tijd zal stijgen. De prijs per ton houtchips eveneens echter de prijs van chips omgezet in warmte is dan ook. Aanbevolen wordt daarom dit project te starten.
13. Aanbevolen wordt de vergunningen die nodig zijn aan te vragen. Hierbij te denken aan: Wet milieubeheer, de wet voor verontreiniging oppervlaktewateren, een milieu effect rapportage, het bestemmingsplan en bouwvergunningen. (zie daarvoor www.wetten.nl.)⁵⁰
14. Aanbevolen wordt om tijdens de bouw van de installatie een degelijk bouwplan voorhanden te hebben. Het moet duidelijk zijn wie het aanspreekpunt is voor de uitvoering.
15. Na de opstart van het project moet terug geredeneerd worden om te analyseren of er verbeteringen kunnen worden gedaan ter optimalisatie en werking van de installatie.

⁵⁰ Cogen projects, *Praktisch stappenplan voor het realiseren van een biomassa WKK, mei 2010.*

Bronvermelding.

Artikelen

- Boon C. 2 juni 2010, Verslag AVIH, bezoek aan paprikateler Sion Vink, maart 2011.
- Vakblad Natuur Bos Landschap, 2e jaargang, februari 2011, Stelling: Biomassa uit bos botst met streven naar dood hout, maart 2011.
 - Citaat: Dhr B. Nyssen, Bosgroep Zuid- Nederland.
 - Citaat: Dhr R. Jacobs, Parenco Hout B.V.
 - Citaat: Dhr R. J. Bijlsma, Alterra.

Literatuur

- Berger E.P., Luijt J., Voskuilen M.J. december 2010, '*Bedrijfsuitkomsten in de Nederlandse particuliere bosbouw over 2009*', lei- rapport, februari 2011.
- D. Kofman, Danish forestry Extension, 2010, *Hout voor energie voorzieningsketen; "van bos naar poort"*, april 2011.
- Velp(reader- VHL), november 2007, *Bosbeheerplanning, bos en natuurbeheer*, april 2011.
- Velp(reader- VHL), maart 2006, *Bosbouwbegrrippenlijst, bos en natuurbeheer*, april 2011.
- Velp(reader- VHL), juli 2006, *Het Beheersplan, bosinventarisatie, bos en natuurbeheer*, april 2011.

Brochures (model)

- Zilverberg advies mevr. I. Corter, E-land model: *Energie van het land, modeling biomass2heat*, maart 2011.
- Boer B. februari 2010, *Winst uit eigen woud, hout oogsten, bewaren en stokende*. (Gebaseerd op artikel van ing. Nuisl J. in het vakblad De Landeigenaar, februari 2009), maart 2011.

Internet

- <http://www.milieuloket.nl>, reductie CO2, februari 2011.
- <http://www.groenloket.nl>, SNL subsidieregeling, februari 2011.
- <http://www.snipperhout.nl>, informatie houtchips, maart 2011.
- <http://www.estufa.nl>, informatie verbrandingsinstallatie, april 2011.
- <http://www.agentschapnl.nl>, informatie energie- investeringsaftrek- eia, mei 2011.
- <http://nl.wikipedia.org>, informatie energie inhoud, aardgas, mei 2011.
- <http://www.greenenergyservices.nl>, informatie omrekeningsfactoren, maart 2011
- <http://zakelijk.woonenergie.nl>, Lijst van termen en betekenis, mei 2011.
- <http://www.carbontrust.co.uk>, informatie contractvorm, mei 2011.

Interviews (college)

- interview dhr. J. Kruijer, (bos)opzichter Maatschappij van Weldadigheid, april 2011 tot mei 2011.
- College aan het Larenstein 24 september 2009, J.H. Spijker, Alterra, *Biomassa, CO2 en energie, 'Vermarkting van bos en natuur'*. 2008.
- Interview dhr. J. Langeweg, exploitant van de verbrandingsinstallatie Beetsterzwaag, maart 2011.
- Interview dhr. J. Vink, exploitant van de verbrandingsinstallatie Beetgum, maart 2011.
- Interview dhr. C. Bomers, Bio- vergistinginstallatie Groenloo, mei 2011.
- Interview dhr. B. Reuverkamp, Verbrandingsinstallatie deskundige, mei 2011.
- Interview dhr. B. Slot, hoofd technische dienst, Behandelcentrum Hoeve Boschoord, april 2011.
- Dhr. Leffers, bosbouwaannemer in Havelte, mei 2011.

Rapporten

- Rijksoverheid Ministerie van Landbouw, 2008, *'Convenant schone en zuinige agrosectoren'*, maart 2011.
- Schrijver R.A.M, Oosterkamp E.B, maart 2011, Alterra Rap. 276, pag. 21, *Het landschap, Bron van energie*. april 2011.
- Projectgroep Duurzame productie van biomassa, 14 juli 2006, *Criteria voor duurzame biomassa productie*, maart 2011.
- Spijker J.H., H.W. Elbersen, J.J. de Jong, C.A. van den Berg, C.M. Niemeijer, 2008. *Biomassa voor energie uit de Nederlandse natuur - een inventarisatie van hoeveelheden, potenties en knelpunten Wageningen*, Alterra, maart 2011.
- Tolkam G.W. van den Berg C.A., Nabuurs G.J.M.M., Olsthoorn A.F.M., Alterra- rapport 1380, ISSN 1566-7197, Wageningen 2006, *Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen*, april 2011.
- Natuur en Milieu federatie Drenthe, *Natuur en Milieu Federatie Drenthe, Benutting van de biomassa uit het Drents-Friese Wold, tussenrapportage*, maart 2011.
- Kuiper L. de Lint S. Januari 2008, Ecofys Netherlands, *Binnenlands biomassapotentieel*, april 2011
- Reumerman P. *Biomassa verbranding is een bewezen technologie*. Harderwijk, 16 februari 2010, pag. 1,2,3, mei 2011.
- Bosgroep Noord- Oost Nederland 2005, *Bosbeheerplan voor het boseigendom van de Stichting Maatschappij van Weldadigheid, 2005 – 2015*, maart 2011.
- Hartkamp W.M., Jansen W.J.M, juni 2008, *De vergrijzing van het Nederlandse bos, het toekomstperspectief voor de continuïteit van de houtproductiefunctie*, maart 2011.
- *lijst van termen en hun betekenis*, augustus 2006, mei 2011.
- Studentengroep BUF Van Hall Larenstein, januari 2009, *Verjongingsplan Boschoord*, maart 2011.
- Jansen J.J., Sevenster J., Faber P.J., 1996, *Opbrengst tabellen voor belangrijke boomsoorten in Nederland*, maart 2011.
- Bosgroep, 2008, *FSC beleidsplan St. Maatschappij van Weldadigheid*, maart 2011.
- Booster M. Oldenburgen J., Oorschot J., Boertjes M., van den Briel, J., 2009, *De logistieke keten van houtige biomassa uit bos, natuur en landschap in Nederland, stand van zaken, knelpunten en kansen*, maart 2011.
- Cogen projects, *Praktisch stappenplan voor het realiseren van een biomassa WKK*, mei 2010.
- LNV Meetnet Functievervulling Bos, 2001-2005, *Vijfde Nederlandse Bosstatistiek Directie Kennis*, Ede. januari 2006.(bijlage)