Afstudeeronderzoek Landgoed Verwolde



Biomassa als potentiële economische drager voor Landgoed Verwolde

Auteurs:
Smallegange, Ard (840307102)
Van Dam, Tomas (871229102)

Opdrachtgevers:
Landgoed Verwolde
G. van Heemstra
P. de Koning

In samenwerking met:
Hogeschool Van Hall-Larenstein
Bos- & Natuurbeheer,
Bosbouw/Urban Forestry
Begeleidend docent:
J. Raggers

Datum:
18-12-2012.

Afstudeeronderzoek Landgoed Verwolde

Biomassa als potentiële economische drager voor Landgoed Verwolde

Auteurs:
Smallegange, Ard (840307102)
Van Dam, Tomas (871229102)

Opdrachtgevers:
Landgoed Verwolde
G. van Heemstra
P. de Koning

In samenwerking met:
Hogeschool Van Hall-Larenstein
Bos- & Natuurbeheer,
Bosbouw/Urban Forestry
Begeleidend docent:
J. Raggers

Datum:
18-12-2012.

Voorwoord

Biomassa als brandstof voor groene energie, er is veel om te doen en veel mee te doen. Er zijn meerdere onderzoeken uitgevoerd hoe biomassa ingezet kan worden, bijvoorbeeld door middel van vergisting, verbranding en vergassing. Tegenwoordig beginnen nieuwe technologieën en inzichten te ontstaan, maar ook begint in de uitvoering van biomassaoogst zich steeds meer specialisatie te ontwikkelen.

Het bepalen van hoeveelheden biomassa die uit houtoogst en landschapsonderhoud vrijkomen is doorgaans een lastig thema. In de meeste situaties zal worden gerekend met een ruwe omrekenfactor, wat een ruwe indicatie van hoeveelheden geeft. In dit onderzoek is getracht een verfijning te maken in de biomassa bepaling, namelijk per boomsoort op basis van leeftijd.

Uit de gegevens van deze bepaling is onderzocht of biomassa afkomstig uit de houtoogst een potentiële economische drager kan zijn voor Landgoed Verwolde.

Een speciaal dankwoord gaat uit naar dhr. Van Heemstra en dhr. De Koning voor het beschikbaar stellen van deze afstudeeropdracht en de begeleiding. Daarnaast willen wij dhr. Spijker en dhr. De Jong van Alterra Onderzoeksbureau te Wageningen bedanken voor het uitwisselen van ideeën en informatie. Ook gaat een dankwoord uit naar dhr. Raggers van Hogeschool Van Hall-Larenstein voor de begeleiding in dit complexe thema.

Ard Smallegange

Tomas van Dam

18 december, 2012.

Samenvatting
Dit rapport is het product van het onderzoek of biomassa als economische drager kan fungeren voor landgoed Verwolde te Laren en een eigen biomassa installatie kan voeden.

Dhr. Van Heemstra, echtgenoot van één van de eigenaren van landgoed Verwolde, overweegt een biomassa installatie aan te kopen, om het eigen landgoed en eventueel een deel van de omgeving van groene energie te voorzien. Hiervoor is een samenwerking met de werkgroep Laren Energie, een werkgroep van de dorpsraad “Wakker Laorne”, aangegaan en het project VEDEL opgestart. VEDEL is de afkorting van VErwolde Duurzaam Energie Landschap.

Voordat de biomassa installatie wordt geïnstalleerd is het de wens van de eigenaar inzicht te krijgen in de hoeveelheid biomassa, aanwezig in de bosopstanden op het landgoed. Biomassa betreft in dit onderzoek tak- en tophout en houtige biomassa uit onderhoud van landschapselementen. Daarnaast wenst de eigenaar advies over het integreren van de biomassaoogst in combinatie met een certificering voor duurzaam bosbeheer. Tevens behoort een overzicht van de bijbehorende financiële aspecten tot de opdracht.

Ten eerste is door literatuurstudie onderzocht of biomassaoogst onderhevig is aan restricties ten opzichte van certificering, wet en regelgeving. Vervolgens is door literatuurstudie onderzocht welke ecologische effecten gepaard gaan met de biomassaoogst. Deze literatuurstudie geeft in hoofdlijnen weer welke effecten zullen optreden. Uit de literatuurstudie kan echter niet worden beschreven in welke mate effecten zullen optreden. De effecten welke behandeld worden richten zich op voedingstoestand van de bodem, verstoring en natuurwaarde.

Door middel van literatuurstudie is tevens onderzocht op welke wijze de aanwezige biomassa bepaald kan worden. In dit rapport is het gebruik van Biomassa Expansie Factoren nader bekeken en beschreven hoe deze in dit onderzoek zijn toegepast.

Door middel van een inventarisatie zijn de benodigde data vergaard om de aanwezige biomassa en bijgroei te berekenen. Hierbij is doormiddel van de proefvakmethode 10% van het bosareaal van landgoed Verwolde geïnventariseerd. Dit levert een 95% betrouwbaarheid van de resultaten op voor het gehele landgoed.

Op basis van dit onderzoek blijkt dat er ca. 9655 ton biomassa in de, 163,53 hectare, bosopstanden van het landgoed aanwezig is. De jaarlijkse bijgroei is vastgesteld op ca. 415 ton biomassa op 163,53 hectare, dit komt neer op 2,54 ton per hectare. Dit tak- en tophout kan in combinatie met een FSC-certificering zonder restricties worden geoogst. Wettelijke beperkingen zijn tijdens dit onderzoek niet aangetroffen.

Uit de begrotingen blijkt dat een dunningsfrequentie dient te worden gekozen, waarbij minstens 20 ton biomassa per hectare wordt geoogst. Wanneer deze hoeveelheid wordt geoogst kan met de huidige marktprijzen worden gerekend, deze liggen op ca. € 40 tot € 45 per ton.

De biomassa kan extra inkomsten genereren voor het landgoed door verkoop of door het opwekken van energie. De beoogde biomassa installatie (All Power Labs, G.E.K. Power Pallet) biedt een goede efficiëntie, dit maakt het opwekken van energie een interessante optie.

Inhoudsopgave

Voorwoord 4

Samenvatting 6

1. Inleiding 9

1.1 Aanleiding 9

1.2 Probleemstelling 9

1.3 Afbakening 10

1.4 Doelstellingen en doelgroep 10

1.5 Onderzoeksvragen 11

1.6 Methodiek 11

1.7 Leeswijzer 13

2. Biomassa winning in combinatie met boscertificeringen 14

2.1 Huidige certificeringsystemen 14

2.2 Voorwaarden welke van invloed zijn op de potentiële biomassaoogst 15

3. Wettelijke randvoorwaarden ten aanzien van oogst, winning en gebruik van biomassa 17

3.1 Flora en Faunawet 17

3.2 Boswet 17

3.3 Natuurbeschermingswet 18

3.4 Wet milieubeheer 18

4. Ecologische effecten welke kunnen optredendoor de oogst van biomassa. 19

4.1 Invloed opde bodemsituatie. 19

4.2 Invloed met betrekking tot dood hout / diversiteit. 19

4.3 Effecten op flora en fauna in bosopstanden. 20

4.4 Onderhoud van landschapselementen. 20

4.4.1 Effecten van onderhoud op flora en fauna 21

4.4.2 Frequentie voor onderhoud ter beperking van mogelijk nadelige effecten. 21

4.5 Toepasbare opties voor het beperken van eventuele (negatieve) effecten. 21

4.6 De vorm in welke de biomassa het beste kan worden geoogst. 22

4.7 De wijze van afvoer welke ecologische effecten beperkt. 22

4.8 De invloed van ecologische effecten op eventuele certificering. 23

5. Bepaling van biomassa, welke methode geeft het meest accurate resultaat? 24

5.1 Biomassa Expansie Factoren en toepasbaarheid op landgoed Verwolde. 24

5.2 Overige methoden voor biomassa bepaling 25

5.3 Meest geschikte methode voor biomassa bepaling op landgoed Verwolde 25

6. Aanwezige hoeveelheid biomassa op landgoed Verwolde 26
6.1 Boomsoortensamenstelling op het landgoed 26
6.2 Aanwezige biomassa 27
6.3 Bijgroei 29
6.4 Beschikbare hoeveelheid biomassa voor de verwerkende installatie 31
7. Het integreren van biomassawinning op landgoed Verwolde 32
7.1 Methoden voor het integreren van biomassawinning in de houtoogst 32
7.1.1 Dunning 32
7.1.2 Laagdunning 33
7.1.3 Eventuele eindkap 33
7.1.4 Biomassa uit bestrijding van Amerikaanse vogelkers 34
7.2 Onderhoud van lanen en landschapselementen 35
7.3 Sortimenten 35
8. Valorisatie van de biomassaoogst 36
8.1 Begroting voor de biomassaoogst in combinatie met reguliere houtoogst 36
8.2 Begroting voor de biomassaoogst uit laagdunning. 37
8.3 Begroting voor de biomassaoogst uit landschapselementen 38
8.4 Begroting van output en inkomsten van de biomassa installatie 40
8.5 Begroting van inkomsten op basis van kosten van oogst en inkomsten uit energie. 43
9. Discussie 44
10. Conclusies en aanbevelingen. 46
Bronvermelding 48
Fotoverantwoording 50
Afkortingen en symbolen 51
Bijlage 1, Kaart geïnventariseerde bosopstanden landgoed Verwolde 52
Bijlage 2, Overzicht aanwezige biomassa per eigenaar 53
Bijlage 3, Overzicht van genomen boorkernen per soort en diameterklasse 54

1. Inleiding

Tegenwoordig wordt biomassa gezien als een herbruikbare grondstof voor de energiewinning. Door groene afvalstromen te verwerken wordt op deze wijze duurzaam energie geproduceerd. Deze groene afvalstromen kunnen bijvoorbeeld bestaan uit snoeiafval of maaisel. Door verbranding, vergassing of vergisting kan energie worden gewonnen. Echter voordat dit principe kan worden toegepast is het belangrijk om te weten hoeveel biomassa beschikbaar is en welke verwerkingsmethode wordt toegepast.

Een toenemende trend binnen het bos- en natuurbeheer is het oogsten van biomassa, voornamelijk op particuliere landgoederen om in de eigen energiebehoefte te voorzien. Verschillende projecten zijn of worden opgestart om te proberen leefomgevingen “klimaat neutraal” te maken.
De eigenaren van landgoed Verwolde te Laren hebben samen met de initiatiefgroep Laren Energie het initiatief genomen voor het project VEDEL, VErwolde Duurzaam Energie Landschap.

Het idee achter dit project is om op landgoed Verwolde eigen energie uit biomassa op te wekken en overtollige energie te leveren aan (de omgeving van) het dorp Laren. De doelstelling van dit project is om het dorp Laren en omgeving in 2020 volledig klimaat neutraal te laten zijn.

Landgoed Verwolde heeft een oppervlakte van ca. 500 hectare, bestaande uit bossen, graslanden en akkers, laanstructuren en landschapselementen. Het landgoed is verdeeld over 5 eigenaren behorende tot de familie van der Borch van Verwolde. Het kasteel evenals enkele gronden plaatselijk bekend als ‘het Oranjewoud’ zijn in beheer van de Stichting het Geldersch Landschap. Omdat er verschillende eigenaren zijn, zijn er ook verschillen in beheerstrategie. Mede hierdoor is in delen van het bos sprake van achterstallig onderhoud. Door nu een inhaalslag te maken komt een hoeveelheid biomassa vrij, welke men voor energieopwekking wil toepassen.

1.1 Aanleiding

Dhr. Van Heemstra, echtgenoot van één van de vijf eigenaren van landgoed Verwolde (zal verder als opdrachtgever worden genoemd), overweegt een biomassa-vergassingsinstallatie aan te kopen om energie te kunnen opwekken met de hoeveelheid biomassa afkomstig uit het onderhoud. Daarnaast wil de opdrachtgever graag inzicht krijgen of biomassa een economische drager kan zijn door verschillende producten (hout, biomassa en energie) buiten het landgoed te vermarkten. Voordat dit plaatsvindt, wil de opdrachtgever graag een certificering voor duurzaam bosbeheer.

1.2 Probleemstelling

Voordat de biomassa-vergassingsinstallatie wordt aangekocht, wil de opdrachtgever graag inzicht krijgen hoeveel biomassa er jaarlijks kan worden verkregen uit houtoogst en onderhoud van landschapselementen, welke in de huidige situatie ongebruikt blijft of wordt verbrand.

Tevens dient onderzocht te worden of biomassa stromen in het bosbeheer kunnen worden geïntegreerd, en in een plan worden opgenomen om aan een certificering voor duurzaam bosbeheer te voldoen.

Als biomassa een inkomstenbron kan zijn voor het landgoed, wil de opdrachtgever dit gekwantificeerd zien. Hiervoor is echter eerst een beeld van de hoeveelheden noodzakelijk. Als vertegenwoordiger van het landgoed ten aanzien van dit project, tevens bestuurlijk werkzaam bij de

Federatie Particulier Grondbezit, zou de opdrachtgever graag willen weten of de berekeningswijze en het rekenmodel afkomstig uit dit project model kunnen staan voor het berekenen en toepassen van biomassawinning voor andere landgoederen.

1.3 Afbakening

In dit rapport zal worden gekeken naar de haalbaarheid van biomassaoogst op landgoed Verwolde. Dit onderzoek richt zich alleen op houtige biomassa uit de bosopstanden en landschapselementen. Binnen de categorie landschapselementen is gekeken naar lanen, bomenrijen en bossingels. Andere vormen zijn buiten beschouwing gelaten vanwege het tijdsbestek. De biomassa als in dit rapport bedoeld, concentreert zich op tak- en tophout. Stamhout is buiten beschouwing gelaten. Specifieke voedingswaarden van de bodem, tak- en tophout zullen niet nader behandeld worden vanwege complexiteit en tijdslimiet. Het terug brengen van voedingsstoffen in de bosopstanden met bijvoorbeeld as van biomassa wordt op grond van het voorgaande niet in het rapport opgenomen.

Technologische innovatie op het gebied van machines en inzet voor de oogst is in dit rapport niet opgenomen vanwege de beperkte tijd.

Tevens is vanwege tijdsbeperking de terreinontsluiting voor exploitatie niet nader onderzocht, echter biedt de bestaande paden- en wegenstructuur voldoende mogelijkheden om een passende route aan te geven.

1.4 Doelstellingen en doelgroep

Dit onderzoek gaat in op de wijze hoe een meer nauwkeurige indicatie van biomassa in bosopstanden gemaakt kan worden. De achterliggende gedachte is om inzichtelijk te maken dat biomassa als bijproduct van houtoogst en landschapsonderhoud, naar een volwaardig product zoals brandstof kan worden opgewaardeerd. Beschreven wordt welke inspanningen hiervoor noodzakelijk zijn.

Doelstellingen van het rapport:

- particuliere boseigenaren een voorbeeld bieden, welke stappen genomen dienen te worden om biomassa als product inzetbaar te maken.

- een bijdrage leveren aan de discussie op welke wijze het beste een bepaling van aanwezige biomassa uitgevoerd kan worden.

De uit dit onderzoek verkregen resultaten zijn voor verschillende partijen als voorbeeld bruikbaar, maar hoofdzakelijk voor particuliere boseigenaren en terreinbeheerders. Daarnaast kan dit rapport als inspiratie dienen voor werkgroepen met een duurzame doelstelling. Voor deskundigen kan dit rapport interessant zijn om methoden door te ontwikkelen en /of verfijnen.

1.5 Onderzoeksvragen

Omdat de opdrachtgever binnen het landgoed een biomassaketen wil opzetten, zal de nadruk liggen op het proces dat doorlopen moet worden. Om de opdrachtgever een goed beeld voor de realisatie te kunnen schetsen zijn naast de hoofdvraag, meerdere deelvragen van belang. Alleen door het beantwoorden van deze deelvragen, kan een doorslaggevend antwoord op de hoofdvraag worden geformuleerd.

Hoofdvraag:
Wat zijn de hoeveelheden die landgoed Verwolde binnen de randvoorwaarden van certificering en wettelijk kader kan oogsten en biedt de oogst van biomassa extra inkomsten?

Deelvragen:
1. Hoe zijn de mogelijkheden voor biomassawinning in combinatie met boscertificeringen?

2. Zijn er wettelijke randvoorwaarden ten aanzien van oogst, winning en gebruik van biomassa?

3. Welke ecologische effecten kunnen optreden door de oogst van biomassa?

4. Welke methode voor de bepaling van biomassa, geeft het meest accurate resultaat?

5. Hoe is biomassawinning in de houtoogst op landgoed Verwolde te integreren?

6. Welke inkomsten kunnen worden gerealiseerd door de oogst van biomassa?

1.6 Methodiek

Door de brede probleemstelling is het niet mogelijk met een enkele methode alle benodigde informatie te verkrijgen. Voor het beantwoorden van deze vragen is het noodzakelijk meerdere methoden toe te passen, om zo een maatwerk product voor het landgoed te kunnen leveren. Door middel van een literatuurstudie en interviews met dhr. Spijker en de dhr. de Jong van Alterra zijn de onderzoeksvragen met betrekking tot certificering, wettelijke randvoorwaarden, methoden voor biomassa bepaling en ecologische effecten onderzocht.

Om een correct beeld te krijgen van de beschikbare hoeveelheid biomassa is een inventarisatie op basis van de proefvlakkenmethode uitgevoerd. Bij het gebruik van de proefvlakkenmethode wordt vooraf de grootte of diameter van de proefvlakken vastgesteld, om tot het minimum van 10% per opstand te komen. Om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over een opstand is 10% het minimum om te inventariseren. De plots dienen aselect te worden gekozen, gebeurt dit niet dan ontstaat een vertekend beeld. De diameter van een proefvlak mag maximaal 20 meter bedragen. Indien dit niet volstaat, dienen extra proefvlakken te worden uitgezet. Tijdens de inventarisatie zijn per opstand en boomsoort, de diameters en hoogtes gemeten.

Aan de hand van de resultaten zijn de gemiddelde diameter en gemiddelde hoogte en het stamtal per opstand en boomsoort berekend. Deze gegevens zijn de basiswaarden waarmee is gerekend om de hoeveelheid biomassa te bepalen. Door middel van een ‘vak en afdelingenkaart’ in combinatie met de opstandlegger, waarin de soort en het jaar van aanplant per vak en afdeling staan vermeld, is de leeftijd bepaald.

De bijgroei is aan de hand van aanwasboringen bepaald per boomsoort. Hiervoor is eerst de gemiddelde diameter per boomsoort uitgerekend, vervolgens is een opsplitsing in vier diameterklassen gemaakt. Deze opsplitsing is gemaakt omdat bomen naar mate ze ouder worden minder hard groeien. Aan de hand van deze resultaten is in de opstanden de gemiddelde boom per boomsoort opgezocht, vervolgens is van deze boom middels een aanwasboor een boorkern genomen. Aan de hand van het aantal jaarringen en de lengte van de boorkern is de bijgroei bepaald.

Analyse van de inventarisatiegegevens is uitgevoerd met behulp van een zelf ontworpen rekenmodel, omdat er nog weinig geschikte informatiebronnen aanwezig zijn. Dit model werkt op basis van Biomassa Expansie Factoren zoals onderzocht in het rapport “Literatuurstudie naar voorraden en verblijftijden van elementen in bosecosystemen” (Vries de, 1990).

In dit rapport zal gebruik worden gemaakt van de publicatie van W. de Vries, de B.E.F.’s welke hierin worden beschreven worden toegepast. Voor de soorten Thuja Plicata en Westelijke Hemlockspar wordt B.E.F. van de Douglasspar gebruikt. Reden hiervoor is de overeenkomst tussen het oorspronkelijke groeigebied en de groei eigenschappen. Voor enkele soorten zijn in het rapport van W. de Vries geen B.E.F.’s opgenomen, om hier toch een B.E.F. voor te hanteren is gebruik gemaakt van de “Silva Fennica”.

De “Silva Fennica” is een rapport, waarin voor de meeste in Europa voorkomende soorten een statistische berekening is opgesteld om de biomassa te berekenen (Zianis, Muukkonen, Mäkipää, & Mencuccini, 2005). De berekening is op basis van de dbh. maar laat verder klimaat en bodemtype buiten beschouwing. Voor sommige soorten zijn geen boominhoud waarden en expansie factoren beschikbaar, bij deze soorten is gekeken naar boomsoorten welke vergelijkbare groeikarakteristieken vertonen. Voor boomsoorten waar wel een expansie factor voor bekend is maar geen exacte leeftijd is vast te stellen, zijn diameters vergeleken met bomen waarvan de leeftijd wel bekend is. De leeftijd is aan de hand van de opstandlegger bepaald. Wanneer er geen referentie was vast te stellen, is met een minimumwaarde gerekend. Dit leidt tot een onderschatting van de hoeveelheid biomassa, echter geeft dit een “veilig” resultaat voor berekeningen. Metingen van de biomassa na de oogst dienen te worden uitgevoerd om hier een exact resultaat aan te koppelen.

Onderstaand een overzicht voor welke soorten een vergelijking is gehanteerd:

Tabel 1, overzicht van soorten met ontbrekende data en de vervangende waarden

boomsoort	C-waarde(inhoud)	B.E.F.	Vervangende soort
Amerikaanse eik	ja	nee	Inlandse eik (de Vries)
Abies grandis	ja	nee	Douglasspar (de Vries)
Amerikaanse vogelkers	nee	nee	Zwarte els (Silva Fennica)
Berk	ja	nee	Populier (Silva Fennica)
Esdoorn	ja	nee	Populier (Silva Fennica)
Es	ja	nee	Populier (Silva Fennica)
Hazelaar	nee	nee	Zwarte els (Silva Fennica)
Sitkaspar	ja	nee	Fijnspar (de Vries)
Thuja plicata	ja	nee	Douglasspar (de Vries)
Tamme kastanje	nee	nee	Beuk (de Vries)
Tsuga Heterophylla	ja	nee	Douglasspar (de Vries)
Wilg	ja	nee	Populier (Silva Fennica)
Zoete kers	ja	nee	Beuk(de Vries)

Zoals uit het overzicht blijkt was het voor de berekening van de biomassa noodzakelijk om een aantal aannames te doen. Deze aannames zullen naar verwachting een geringe afwijking vertonen, wat er toe leidt dat de hoeveelheid biomassa waarschijnlijk met een beperkte marge is onderschat.

1.7 Leeswijzer

Na de in hoofdstuk 1 behandelde inleiding van het onderzoek, zal in hoofdstuk 2 worden ingegaan op certificeringen voor duurzaam bosbeheer en hoe deze van invloed zijn op biomassaoogst.

De wettelijke randvoorwaarden ten aanzien van oogst, winning en gebruik van biomassa, zal in hoofdstuk 3 nader worden behandeld om eventuele restricties zichtbaar te maken.

In hoofdstuk 4 zullen in grote lijnen de ecologische effecten van biomassaoogst worden behandeld om de gevolgen inzichtelijk te maken.

Hoofdstuk 5 zal dieper ingaan op de methoden welke gebruikt kunnen worden om de aanwezige hoeveelheid biomassa te bepalen en welke methode de meeste nauwkeurigheid bied.

In hoofdstuk 6 zullen de aanwezige biomassa en jaarlijkse bijgroei worden behandeld. Eerst zal de aanwezige hoeveelheid nader worden bekeken en hoe deze verdeeld is over verschillende boomsoorten, vervolgens wordt de bepaling van de jaarlijkse bijgroei beschreven.

Hoe de biomassaoogst kan worden geïmplementeerd, wordt aan de hand van verschillende exploitatiemethoden in hoofdstuk 7 beschreven.

Het financiële aspect zal in hoofdstuk 8, door middel van begrotingen voor de oogst en inkomsten, worden toegelicht.

In hoofdstuk 9, zullen punten en bevindingen worden beschreven welke voor discussie vatbaar zijn. Hiermee aangevende dat er nog veel factoren zijn welke buiten dit onderzoek ook aandacht behoeven.

De conclusies en aanbevelingen uit dit onderzoek zullen in hoofdstuk 10 worden behandeld.

2. Biomassawinning in combinatie met boscertificeringen

Tegenwoordig ligt er veel nadruk op duurzame productie, zowel van grondstoffen als eindproducten. Deze vraag naar duurzame productie is ontstaan door de afnemende hoeveelheid fossiele brandstoffen en het afnemen van natuurlijke bronnen zoals hout. Doelstellingen om klimaatneutraal energie te produceren oefenen tevens steeds meer druk uit op biomassa en duurzaam beheer om CO_2 vast te leggen. Om de ongeremde afname van deze bronnen een halt toe te roepen zijn er verschillende vormen van certificering ontwikkeld(FSC Nederland, 2010) (PEFC Nederland, 2012).

Certificering van hout begint in het bos, het garandeert duurzaam beheer zodat volgende generaties ook uit de bossen kunnen oogsten. Door certificering kunnen boseigenaren hun duurzame beheer aantonen en hun hout en biomassa aanbieden, en voldoen in de toenemende vraag naar duurzaam geproduceerde producten.

Een goede definitie van duurzaam bosbeheer is: *'het beheren en gebruiken van bossen en bosgebieden op een manier en met een mate die de biodiversiteit, de productiviteit, de verjongingscapaciteit, de vitaliteit en de potentie om -nu en in de toekomst - relevante ecologische, economische en sociale functies te vervullen behoudt op regionale, nationale en wereldwijde schaal en die geen schade toebrengt aan andere ecosystemen*'(Bron: PEFC Nederland, 2012).

Naast alleen het hout kunnen ook houtproducten en/of productieprocessen worden gecertificeerd. Door een gehele keten te certificeren kan een product in zijn geheel als duurzaam worden beschreven. Dit type certificering staat bekend als de Chain of Custody (CoC).

De opdrachtgever wil landgoed Verwolde graag aanmelden voor een certificering voor duurzaam bosbeheer, om gecertificeerd hout te kunnen verkopen. Echter is niet direct duidelijk of dit ook mogelijk is voor de oogst en verkoop van houtige biomassa en eventueel zelf opgewekte energie. Door de voorwaarden van de certificeringsystemen nader te onderzoeken, kunnen eventuele knelpunten vooraf zichtbaar worden, om hierin duidelijkheid te bieden.

2.1 Huidige certificeringsystemen

Momenteel zijn in Nederland de twee meest bekende organisaties met certificeringsystemen voor duurzaam bosbeheer, de FSC- en de PEFC-certificering. FSC is in eerste instantie opgericht vanwege illegale houtoogst in de tropen, vervolgens is de certificering voor duurzaam beheer steeds meer aanhang gaan krijgen en is uitgebreid naar een wereldwijde organisatie. PEFC is een Europese standaard welke in 1999 is opgericht door nationale belanghebbende organisaties van 11 Europese landen en hun vertegenwoordigers van boseigenaren.

Beide systemen stellen voorwaarden voor certificering, een groot deel komt met elkaar overeen. Onderstaande een kort overzicht van overeenkomstige voorwaarden:

- Opstellen van beheerplannen en bijhouden van een beheeradministratie
- Behoud en passende verbetering van het bosbestand en zijn bijdrage aan de wereldwijde koolstofkringloop
- Behoud van de gezondheid en vitaliteit van het bosecosysteem
- Behoud en bevordering van de productieve functies van bossen, zowel voor hout als niet-hout
- Behoud en bevordering van sociaaleconomische functies van bossen
- Monitoring en evaluatie van het gevoerde beheer

2.2 Voorwaarden welke van invloed zijn op de potentiële biomassaoogst.

Beide certificeringen stellen eisen aan de oogst van biomassa, welke mogelijk een nadelig effect kunnen hebben op de wens het landgoed te certificeren in combinatie met biomassaoogst. Deze voorwaarden kunnen beperkend zijn of zelfs biomassaoogst uitsluiten. Van beide systemen zijn de voorwaarden specifiek getoetst op de oogst van biomassa, onderstaand een overzicht van de mogelijk beperkende voorwaarden. Deze voorwaarden zijn direct afkomstig uit de "PCSN I - PEFC Standaard Nederland "*Definitieve versie 27-09-2011*"en de "FSC/NL Final version of the National Dutch FSC-Standard for certification of good forest management June 2005 (edited August 2007)".

PEFC (Nederland, 2011)

- Bij de uitvoering van werkzaamheden dient schade aan de blijvende bomen, struiken en bodem zoveel mogelijk te worden voorkomen.
- Op voor verdichting gevoelige bodems dient een toereikend netwerk van werk- en uitsleeppaden en ontsluitingswegen aanwezig te zijn.
- Spoorvorming moet zoveel mogelijk worden voorkomen door bijvoorbeeld stabilisatie van werk- en uitsleeppaden door bedekking met tak- en tophout.
- Criterium 3.2: Er vindt geen afvoer plaats van tak- en tophout, zijnde alle bovengrondse boomdelen met een diameter minder dan 8 centimeter aan het dikke eind. De afvoer van tak- en tophout is wel toegestaan binnen landschappelijke beplantingen, op mineraalrijke bodems (dus niet op podzolgronden en kalkloze zandgronden) en om, in het beheerplan gemotiveerde, ecologische en/of cultuurhistorische redenen.
- Ondergrondse biomassa wordt niet afgevoerd.
- Er zijn per hectare gemiddeld 8 staande of liggende dode bomen aanwezig met aan het dikke eind een diameter van ten minste 30 centimeter. Indien dit aandeel nog niet is bereikt, wordt dit als doel in het beheerplan opgenomen met vermelding van een overgangsperiode. Dit criterium is niet van toepassing als:
    - *a) het leidt tot veiligheidsproblemen voor bosbezoekers en/of verkeer;*
    - *b) het in strijd is met verordeningen van het Bosschap;*
    - *c) het niet past bij de ontwikkelingsfase van het bos of er om andere redenen onvoldoende bomen van een dergelijke maat in het betreffende bosgedeelte aanwezig zijn.*
- Aanwezige holle bomen en horstbomen worden behouden, tenzij dit uit oogpunt van veiligheid niet mogelijk is.

FSC (FSC Nederland, June 2005 (edited August 2007))

- Indicator 5.3.2: Bij het uitvoeren van handelingen, oogst en verwerking, dienen maatregelen te worden genomen om schade aan bos en middelen zoals resterende bomen en ondergroei te minimaliseren.
- Schatting is beschikbaar voor de jaarlijkse toename van de groeiende voorraad, op basis van recente inventarisaties. Richtlijnen zijn beschikbaar voor het maximale gemiddelde jaarlijkse oogst, gebaseerd op de jaarlijkse bijgroei. De gemiddelde jaarlijkse oogst mag niet meer bedragen dan het maximale gemiddelde jaarlijkse bijgroei.
- Milieu effecten analyse geschiedt vóór aanvang van de locatie verstorende activiteiten, documenten kunnen worden overgelegd om aan te tonen hoe de resultaten van de vorige beoordeling in acht zijn genomen.
- Afhankelijk van de omvang van de operaties en de kwaliteiten van het gebied, zijn maatregelen genomen om te voorkomen dat de negatieve ecologische gevolgen optreden. Dit geldt in ieder geval voor omvormingsbeheer, wijzigingen in het bosbeheersysteem,

veranderingen in de waterstanden en de toegenomen intensiteit van de beheerverrichtingen in het bos.
- Het plan bevat doelstellingen voor het bereiken van een bepaald percentage van oude bomen en dood hout.
  Per hectare een gemiddelde van ten minste 4 dode bomen, met een diameter van ten minste 30 cm, liggend of staand, of 5% van de forest management unit wordt permanent vrijgesteld van oogst.
- De totale oppervlakte van exotische boomsoorten mag niet meer bedragen dan 50%. Als binnen gebied van totaal exotische soorten groter is dan 50% is het percentage van exotische boomsoorten worden verlaagd binnen een periode van 30 jaar.
- Gekwantificeerde richtlijnen zijn vereist voor de gemiddelde jaarlijkse oogst. Deze richtlijnen zijn gebaseerd op inventarisatiegegevens, bij voorkeur ter plaatse verzameld. Een gedocumenteerde uitleg is vereist, als de geplande gemiddelde jaarlijkse oogst groter is dan de jaarlijkse bijgroei. Als bepaalde boomsoorten specifieke oogstmethoden vereisen, zijn richtlijnen expliciet gedocumenteerd.

Uit de bovenstaande voorwaarden blijkt dat in de PEFC-standaard het product biomassa uitvoeriger wordt behandeld in vergelijking tot FSC. De FSC-certificering biedt de beheerder meer vrijheid om producten te oogsten, mits kan worden aangetoond dat er een degelijk onderzoek is uitgevoerd naar de effecten van de beheersactiviteiten. De PEFC-certificering stelt als voorwaarde dat alle top- en takhout met een diameter minder dan 8 cm. op het dikke deel, achter dient te blijven. Dit omvat het grootste deel van de biomassa die uit houtoogst vrijkomt, dit betekent dat er minder sortimenten kunnen worden gehanteerd zoals vezel, papier, en OSB-hout en/of biomassa. FSC stelt hier geen regels aan, echter mag er geen achteruitgang worden geconstateerd op het gebied van ecologische effecten en diversiteit.

Uit het voorgenoemde blijkt dat deze restricties direct van invloed zijn op biomassaoogst, dit verkleint de mogelijkheden als economische drager. Voornamelijk de diameterrestrictie op armere bodemtypen die de PEFC-standaard oplegt, het merendeel van de bosopstanden op het landgoed bevinden zich op podzolgronden. In het hoofdstuk conclusies en aanbevelingen zal advies worden gegeven welk certificeringsysteem landgoed Verwolde de meeste mogelijkheden biedt.

De Federatie Particulier Grondbezit (FPG) is momenteel bezig een eigen certificeringsysteem voor duurzaam natuurbeheer op te zetten in samenwerking met de Stichting Certificeringen. Wanneer dit systeem operationeel is, kan een particuliere natuurbeheerder een individuele certificering voor zijn bezit aanvragen. Dit is een systeem “voor beheerders, door beheerders” en heeft als basis kennisdeling onder de leden. Wanneer eventueel een samenwerkingsverband met een certificeringinstantie voor duurzame houtoogst wordt aangegaan, kunnen de eisen omtrent biomassa mogelijk worden herzien.

3. Wettelijke randvoorwaarden ten aanzien van oogst, winning en gebruik van biomassa

Voor dit onderzoek is de biomassaoogst aan het wettelijk kader getoetst, of dit niet in strijd is met de wet en of bestaande regelingen beperkingen opleggen. Bosbeheer is onderhevig aan verschillende wetten, te weten:

- De flora en fauna wet
- De boswet
- De natuurbeschermingswet
- Wet milieubeheer

Per wet zal worden beschreven hoe deze van toepassing is op de potentiële biomassaoogst op het landgoed.

3.1 Flora en Faunawet

In het projectgebied zijn diverse soorten van de lijsten met beschermde dier- en plantensoorten, opgenomen in het flora- en faunabesluit, aanwezig. Hieruit volgt een verplichting tot zorgplicht en gedragscodes, er dient met zorg gehandeld te worden ten aanzien van de flora- en fauna in het gebied. Wanneer exploitatie conform de “Gedragscode Bosbeheer”wordt uitgevoerd, of indien noodzakelijk een ontheffing wordt aangevraagd, kan een vrijstelling voor de Flora- en Faunawet worden verkregen.

Bovenstaande houdt in dat voorafgaand aan het werk een inventarisatie dient plaats te vinden naar aanwezigheid van beschermde soorten en elementen. De resultaten zullen worden opgenomen in de “checklist zorgvuldig bosbeheer”, welke zowel door de beheerder als de uitvoerende partij dient te worden ondertekend. Deze checklist wordt aan het uitvoerende personeel beschikbaar gesteld. Deze maatregelen zijn toegespitst op de houtoogst, voor overige werkzaamheden zonder gebruik van (verstorende) machines hoeft de checklist niet te worden gehanteerd.

Gedurende de periode 15 maart tot 15 juli worden geen boswerkzaamheden uitgevoerd in loof- en gemengd bos. Als uitzondering op deze regel kan in de periode tot 15 april nog wel hout worden uitgesleept dat voor 15 maart geveld is. Voor deze periode worden in naald- of populierenbos geen boswerkzaamheden uitgevoerd als in een vak/afdeling is vastgesteld dat daar broedgevallen voorkomen van bedreigde en/of beschermde vogelsoorten. In deze periode worden geen vellingwerkzaamheden uitgevoerd binnen een afstand van 50 meter vanaf een bijzondere nestboom (Bosschap, 2010). De gedragscodes bosbeheer en natuurbeheer zijn te vinden op de website van het bosschap.

3.2 Boswet

Het doel van de boswet is de afname van het bosareaal tegen te gaan, kapmeldingen dienen voor aanvang van de werkzaamheden te worden ingediend. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen dunning en kap. Dunningen zijn niet meldingplichtig, pas zodra de kroonsluiting wordt teruggebracht tot minder dan 60% is er sprake van kap en moet een kapmelding worden ingediend. Wanneer er kap plaatsvindt, gaat een herplantplicht in werking die binnen drie jaar dient te worden gerealiseerd. Dit kan zowel door aanplant als natuurlijke verjonging. De minister van EL&I kan in uitzonderingsgevallen een kapverbod opleggen als het natuur- en landschapsschoon ernstig geschaad dreigt te worden door de voorgenomen kap. Er moet dan sprake zijn van opstanden of lanen van een uitzonderlijke natuurwaarde of landschappelijke waarde (Natuurbeheer.nu, 2012).

3.3 Natuurbeschermingswet

Het gebied valt niet binnen de onder de vogel- of habitatrichtlijn beschermde gebieden waardoor deze wet niet van toepassing is.

Het gebied valt wel binnen de Ecologische Hoofdstructuur en het nationaal landschap ‘de Graafschap’. Delen van deze plannen worden wel beschermd door middel van de Natuurbeschermingswet. Het doel van nationale landschappen is de landschappelijke, cultuurhistorische en natuurlijke kwaliteiten te behouden, duurzaam te beheren en te versterken.

De EHS is een netwerk van grote en kleine natuurgebieden waarmee wordt voorkomen dat natuurgebieden geïsoleerd komen te liggen en dieren en planten uitsterven en dat de natuurgebieden zo hun waarde verliezen. In de EHS geldt het 'nee, tenzij'-principe. Ruimtelijke ingrepen zijn niet toegestaan als daarmee de wezenlijke kenmerken of waarden van het gebied significant worden aangetast, tenzij er geen alternatieven zijn(Provincie Gelderland, z.d.).

3.4 Wet milieubeheer

De toepassing van hout, in het bijzonder tak en tophout, voor biomassa zou eventueel kunnen vallen onder afvalstoffen, gedefinieerd in de wet milieubeheer. Dit is echter niet het geval, artikel 10.1a.1f van de wet milieubeheer stelt dat: niet-gevaarlijke materialen rechtstreeks afkomstig uit de bosbouw, die gebruikt worden voor de productie van energie die uit biomassa wordt gewonnen, door middel van processen of methoden die onschadelijk zijn voor het milieu en die de menselijke gezondheid niet schaden, niet vallen onder afvalstoffen (Wet Milieubeheer, 1979).

4. Ecologische effecten welke kunnen optreden door de oogst van biomassa.

Het oogsten van biomassa tijdens de houtoogst wordt in Nederland nog weinig toegepast, hierdoor is informatie van de effecten nog grotendeels gebaseerd op literatuurstudies uit het buitenland.

In Scandinavië, Noord Amerika en Duitsland wordt de oogst van biomassa al langere tijd toegepast op een principe van “best practices”. Onder deze “best practices” worden maatregelen verstaan, die negatieve effecten beperken (Jong de, 2011). In 2011 is een literatuurstudie naar de effecten van het oogsten van tak- en tophout gedaan. Dit rapport zal als leidraad dienen voor de effecten welke in dit hoofdstuk worden beschreven. Uit dit rapport bleek dat er tevens positieve effecten kunnen optreden, echter zal in dit rapport alleen naar eventuele beperkingen worden gekeken.

Wanneer biomassa wordt geoogst, wordt een hoeveelheid voedingsstoffen uit de bosopstanden verwijderd. Om een duidelijk beeld te krijgen om welke hoeveelheden het gaat, is een langdurig onderzoek noodzakelijk. De voedingstoestand van de bodem dient onderzocht te worden, evenals de hoeveelheid voedingsstoffen in het tak- en tophout. Dit is binnen de gestelde termijn van dit project niet haalbaar, dit rapport zal zich beperken tot de grote lijnen van de effecten.

Naast voedingstoestand dient er gedacht te worden aan de wijze hoe de biomassa geoogst wordt, inzet van machines is onvermijdelijk. Dit kan mogelijk leiden tot verstoring voor zowel fauna als flora, bij flora zal hoofdzakelijk in de richting van bodemverdichting worden gedacht.

4.1 Invloed op de bodemsituatie.

Wanneer tak- en tophout achterblijft, heeft dit een direct effect op de bodem, het creëert een microklimaat. Het isoleert de bodem waardoor een meer gelijkmatige temperatuur ontstaat. Dit heeft tot gevolg dat er een snellere mineralisering optreed van de aanwezige organische stoffen, wat leidt tot sneller vrij komen van voedingstoffen in de bodem. Doordat een bodem met tak- en tophout is bedekt beperkt dit de verdamping en regenwater wordt onderschept.

Wanneer het tak- en tophout wordt verwijderd zal de omzetting van organische stof langzamer verlopen, ook is het mogelijk dat voedingstoffen sneller uitspoelen. Dit uitspoelen is echter afhankelijk van het bodemtype (Jong de, 2011)

4.2 Invloed met betrekking tot dood hout / diversiteit.

Bij conventionele houtoogst wordt hoofdzakelijk het stamhout geoogst, eventueel bij loofhout ook dikke zijtakken. Wanneer stamhout geoogst wordt, blijft er een groot aandeel aan takken achter. Dit komt als dood hout in het ecosysteem en dient als voedingsstof voor verscheidene organismen. Echter heeft dood hout met een diameter > 30 cm. een groter aandeel in soortendiversiteit, het dunnere dode hout is van minder belang. Hierin wordt bij het dikke hout geen onderscheid gemaakt in staand of liggend dood hout, omdat bij beide vormen verschillende stadia belangrijk zijn (Jagers op Akkerhuis, Moraal, Wijdeven, Veerkamp, & Bijlsma, 2005).

Wanneer het tak- en tophout zal worden geoogst zal dit een beperkt effect hebben op de soorten diversiteit. Het dode hout kan dienen als verblijfsplaats voor kleinere zoogdieren en reptielen, voor vogelsoorten kan het mogelijk nestgelegenheid bieden. Echter zijn binnen de opstanden waar de laatste jaren niet geoogst is, of biomassa is blijven liggen, mogelijkheden om naar uit te wijken.

Voor wat betreft geleedpotigen, mossen en schimmels is dik hout van belang en kan de dunne biomassa worden geoogst zonder afbreuk op de diversiteit te doen.

4.3 Effecten op flora en fauna in bosopstanden.

Het verwijderen van biomassa in de vorm van tak- en tophout betekend dat machines worden ingezet om het product uit de opstanden te halen. Afhankelijk van het aantal rijbewegingen en de soort machine kan dit leiden tot bodemverdichting, het gevolg is dat de bewortelbare diepte afneemt. Verschillende onderzoeken hebben uitgewezen dat het meeste effect optreedt in de eerste 30 cm. van de bodem gemeten vanaf de onderkant van de humuslaag. Wanneer een machine meerdere keren over het zelfde spoor rijdt wordt dit effect versterkt. Het zal een lange tijd kosten eer de bodem zich herstelt (Wiliamson & Neilsen, 2000).

Bodemleven zal afnemen op plaatsen waar verdichting optreedt, wat tot gevolg heeft dat de omzetting van organische stof langzamer verloopt. Door de verdichting kunnen planten niet of slecht wortelen, waardoor vocht en voedingsstoffen slecht worden opgenomen. Oorzaak hiervoor zijn de verdichte macroporiën.

Daarnaast zal zoals eerder in de vorige paragraaf beschreven, de schuilgelegenheid voor (kleine) zoogdieren en reptielen afnemen. Dit kan ertoe leiden dat soorten tussen opstanden migreren of in opstanden niet meer voorkomen.

De oogst van biomassa werkt tevens verstorend door de geluidsniveaus van de werkzaamheden, dit kan een verjagend effect hebben op fauna. Echter, dit is van tijdelijke aard, soorten zullen na de beheeractiviteiten terugkeren. Hierbij is voornamelijk aan vogels en grotere zoogdieren gedacht.

Het oogsten van het tak- en tophout heeft direct effect op de aanwezige flora. Zoals in de tweede paragraaf beschreven heeft tak- en tophout een isolerende en bufferende werking. Als er relatief veel takhout op de bodem ligt beperkt dit de hoeveelheid ruimte op de bodem voor verjonging en/of planten. Wanneer de biomassa geoogst wordt is het mogelijk dat er meer verjonging of begroeiing optreed. Het oogsten van de biomassa leidt wel tot een grotere concurrentie tussen de verjonging/begroeiing, het microklimaat verdwijnt waardoor mineralisering van organische stoffen langzamer verloopt (Jong de, 2011).

4.4 Onderhoud van landschapselementen.

Landschapselementen zoals houtwallen dienen beheerd te worden, dit beheer wordt echter gestuurd door cultuurhistorische waarde. Dit houdt in dat, om dit soort elementen te behouden, ze om een bepaalde tijd worden afgezet. Voor deze beheeractiviteiten kan eventueel een subsidie worden aangevraagd. In de huidige situatie vindt onderhoud aan landschapselementen in mindere mate plaats vanwege het kosten aspect. Om houtsingels, houtwallen en bijvoorbeeld rijen met knotwilgen te behouden dienen deze te worden afgezet. Hier wordt doorgaans een frequentie van eens in de 5 tot 25 jaar gehanteerd. Door houtsingels in fasen af te zetten wordt het ontstane ecosysteem niet in één keer verwijderd, de effecten zullen in de volgende paragraaf nader worden behandeld. Onder verantwoorde hoeveelheden kan in deze situatie worden verstaan, gefaseerd beheer en eventueel enkele bomen of struiken laten staan zodat microklimaat en ecosysteem blijven behouden (Schmitz, 2007).

4.4.1 Effecten van onderhoud op flora en fauna

Het onderhoud aan landschapselementen omvat grotendeels het afzetten van houtige beplantingen, zo ook op landgoed Verwolde. Wanneer elementen als geheel worden afgezet betekent dit een plotseling verlies van een kleinschalig ecosysteem, soorten zullen hier direct negatief op reageren. Door werkzaamheden buiten het broedseizoen en gefaseerd uit te voeren wordt verlies beperkt. Wanneer een element als geheel zal worden afgezet, zal de fauna hier niet terugkeren tot dat het ecosysteem zich voldoende heeft hersteld. Wanneer er lokaal geen vergelijkbaar ecosysteem nabij is, kan dit tot gevolg hebben dat diersoorten op deze locatie niet meer terugkomen. Het verwijderen van de houtige biomassa in plaats van op rillen leggen leidt ook minder schuilgelegenheid en foerageergebied voor kleine zoogdieren en nestgelegenheid voor vogels.

Voor flora kan het afzetten van landschapselementen positief werken. Wanneer elementen lange tijd niet onderhouden zijn, neemt het aantal soorten af door schaduw werking. Zodra een element is of wordt afgezet ontstaat meer licht op de bodem, hierdoor ontstaan nieuwe kiemmogelijkheden voor verschillende planten. Dit bevordert de diversiteit wat uiteindelijk weer verschillende dieren aantrekt.

4.4.2 Frequentie voor onderhoud ter beperking van mogelijk nadelige effecten.

Een eerdere publicatie van Schmitz uit 2007 spreekt over een frequentie van eens per 5 tot 25 jaar voor het afzetten, of gefaseerde uitvoer van beheer. Wanneer het onderhoud aan de elementen gefaseerd wordt uitgevoerd, bijvoorbeeld een singel van 100 meter in twee of drie fasen beheren, kan er worden volstaan met een frequentie van eens per jaar of eens per twee jaar. Een mogelijk optie voor beperking van effecten kan zijn door de biomassa op rillen te leggen, dan kan deze drogen terwijl ook nog een functie als schuilplaats wordt vervuld. Zodra dan de volgende onderhoudsronde begint kan de biomassa worden versnipperd (Schmitz, 2007).

Wanneer bovenstaande frequenties worden gehanteerd, zullen er weinig nadelige ecologische effecten worden veroorzaakt. Echter voordat de werkzaamheden starten, dient eerst te worden geïnventariseerd of er geen zeldzame soorten voorkomen om overtredingen van de Flora- en Faunawet te vermijden.

4.5 Toepasbare opties voor het beperken van eventuele (negatieve) effecten.

Droge biomassa heeft een betere energie waarde dan verse biomassa, het droog proces is mogelijk te combineren met het beperken van eventuele nadelige effecten van de biomassaoogst. Wanneer biomassa moet worden gedroogd, verbruikt dit proces zeer veel energie, biomassa kan ook op een natuurlijke manier worden gedroogd. Door de biomassa te concentreren en vervolgens door middel van wind in het bos te laten drogen geeft dit geen extra kosten en biedt het schuilgelegenheid voor verscheidene diersoorten (Gigler, 2000). Ook blijven voedingsstoffen binnen de opstanden of elementen door het verliezen van blad of naalden. Bijkomend voordeel voor de biomassaoogst is dat men droge, schone snippers heeft zonder blad- of naaldenafval wat verwerkingsinstallaties vervuild.

Het is belangrijk voor het versnipperen aandacht te besteden aan een controle of er geen dieren of nesten in de voorgeconcentreerde biomassa aanwezig zijn. Dit ter voorkoming van overtredingen van de Flora- en Faunawet.

4.6 De vorm in welke de biomassa het beste kan worden geoogst.

Biomassa kan in verschillende vormen worden geoogst, variërend van snippers tot gebundeld. In de meeste situaties zal eerst het stamhout worden verwijderd, daarna wordt de achtergebleven biomassa geoogst. Wanneer er bijvoorbeeld met een harvester is geoogst, ligt de biomassa grotendeels al voorgeconcentreerd. Hier bestaat dan de mogelijkheid de biomassa direct of gedroogd te versnipperen. In het loofhout kan tevens de keuze gemaakt worden om het dikke takhout voor te concentreren en te versnipperen omdat hierin de meeste waarde voor biomassa aanwezig is.

Door in loofhout het dikke takhout voor biomassa te gebruiken blijft het dunnere takhout achter en kan dienen als voedingsstof. Dit beperkt eventuele negatieve effecten op de bodem, flora en fauna. Dit zal bij naaldhout lastiger zijn omdat hier minder dik takhout in aanwezig is. Door eventueel in gemengde opstanden een combinatie te maken van dun takhout van loofhout laten liggen en naaldhout oogsten, kunnen hierdoor effecten worden beperkt.

4.7 De wijze van afvoer welke ecologische effecten beperkt.

Om ecologisch nadelige effecten te beperken is het verstandig de biomassa voor te concentreren en op één of meerdere centrale plaats(en) te snipperen. Hierdoor blijft de verstoring ook tot een klein deel van het gebied beperkt. In dunningen van naaldhout en dunne loofhoutopstanden kan dit voorconcentreren gemakkelijk tijdens de oogst plaatsvinden door met een harvester te werken en dit concentreren in het bestek op te nemen. Wanneer er dan een uitrijdcombinatie wordt ingezet om het hout aan de weg te zetten kan deze daarna de biomassa verzamelen. De dunning in zwaar loofhout zal hoogstwaarschijnlijk handmatig, met een kettingzaag, worden uitgevoerd. Dit maakt voorconcentreren in de werkgang onmogelijk, echter kunnen wel de zware takken worden uitgesnoeid en later door een sleeptrekker na het uitslepen worden voorgeconcentreerd. Wel dient geprobeerd te worden de inzet van zware machines tot een minimum te beperken (McKee, Hatchell, & Tiarks, 1985).

Zowel voor de uitrijdcombinatie als de sleeptrekker is het aan te raden zoveel mogelijk één route te gebruiken, hierdoor blijft de verdichting tot een klein deel van de opstand beperkt. Eventueel kan dan na de oogst dit spoor met een woeler een keer worden losgetrokken, om de ontstane verdichting zoveel mogelijk ongedaan te maken (Fox, 2000) (Wiliamson & Neilsen, 2000) (McKee, Hatchell, & Tiarks, 1985). Wanneer de uitrijdroute met een woeler bewerkt is kan dit zelfs een stimulerend effect hebben voor natuurlijke verjonging, omdat de minerale bodem deels bloot komt te liggen (McKee, Hatchell, & Tiarks, 1985).

Wanneer de biomassa versnipperd wordt heeft een locatie aan een goed begaanbare bosweg de voorkeur. Hierdoor kunnen containers of silage kiepwagens met biomassa snel worden afgevoerd zonder veel schade te veroorzaken in de opstanden.

Om nadelige ecologische effecten te beperken kan een zonering worden toegepast, in welke de biomassa in de opstand achterblijft. Dit kan toegepast worden op plaatsen waar een hogere soortendiversiteit of ecologische waarde aanwezig is. Deze zonering kan van kleinschalig tot grootschalig worden ingevoerd naar inzicht van de beheerder. De zonering kan verschillen van een enkele boom tot een afdeling.

4.8 De invloed van ecologische effecten op eventuele certificering.

De certificeringsystemen stellen bepaalde eisen, zoals genoemd in hoofdstuk 2, welke op zich niet beperkend hoeven te zijn. Beide eerder vermeldde systemen stellen als belangrijke eis dat de diversiteit niet mag afnemen, hetgeen ook niet waarschijnlijk is. De PEFC-standaard stelt restricties aan de dikte van het af te voeren tak- en tophout waardoor negatieve effecten al beperkt worden. Wanneer voor de FSC-standaard duidelijk kan worden aangegeven hoe de beheeractiviteit uitgevoerd gaat worden zal dit waarschijnlijk niet beperkend werken.

5. Bepaling van biomassa, welke methode geeft het meest accurate resultaat?

"If you can not measure it, you can not improve it"
(Lord Kelvin 1824-1907)

Bovenstaande uitspraak van Lord Kelvin is zeker ook van toepassing op het onderwerp biomassa. Wanneer biomassa als inkomstenbron dient, of kan gaan dienen, is de aanwezige hoeveelheid een vereiste om te weten. Vanuit deze voorraad kan er bepaald worden hoeveel tak- en tophout jaarlijks geoogst kan worden en bijgroeit. Echter dient zich dan een nieuwe vraag aan, hoe kan de hoeveelheid aanwezige biomassa worden gekwantificeerd? Voor de bepaling van biomassa zijn verschillende wijzen mogelijk, variërend van destructief tot het gebruik van rekenmodellen. Deze berekeningen kunnen worden gemaakt door Biomassa Expansie Factoren (B.E.F.) toe te passen.

5.1 Biomassa Expansie Factoren en toepasbaarheid op landgoed Verwolde.

Een biomassa expansie factor is de ratio tussen bovengrondse biomassa en het spilhoutvolume van de stam (Schroeder, 1997). Een andere benaderingswijze voor een biomassa expansie factor is dat deze een functie is van de diameter borst hoogte, afgekort als DBH (Lethonen, 2004).

Uit de onderzoeken en rapporten van Black en de Vries, blijkt dat biomassa expansie factoren niet direct op iedere opstand zijn toe te passen. Dit is afhankelijk van groeiplaats, bodemtype, voedingstoestand, klimaat, boomsoort en leeftijd. Zo is uit onderzoek gebleken dat bomen in een gematigd zeeklimaat doorgaans meer takaanzet vertonen (Vries de, 1990) (Jong de, 2011). Dit betekent dat internationale data niet direct overal zijn toe te passen, het meest accurate resultaat is te bereiken door iedere opstand individueel te bekijken (Black, 2004).

De voorgenoemde informatie met betrekking tot de biomassa expansie factoren is verkregen uit internationale publicaties, zoals het rapport van Black, de Vries en Zianis et all. Binnen Nederland zijn deze factoren ook toegepast door onderzoeksbureau Alterra te Wageningen, uitgaande van waarden uit een Duits onderzoek. Dit betrof een onderzoek naar CO_2 vastlegging in Duitse bossen, in het artikel zijn berekeningen door gevoerd naar de biomassa expansie factoren welke in Duitsland gehanteerd mogen worden (Baritz & Strich, 2000). De methode welke door Baritz is opgesteld bevat een omrekenfactor, uitgaande van het stamvolume vermenigvuldigt met de omrekenfactor levert het volume biomassa in m^3. Dit vermenigvuldigd met de soortelijke dichtheid levert het aantal ton biomassa.

Zoals de Vries in 1990 en Black in 2004 beschreven is een biomassa expansie factor afhankelijk van verschillende karakteristieken ten opzichte van bodem, klimaat, boomsoort en leeftijd. Uit onderzoek bleek dat na ca. 20 jaar de verhouding tussen stam- en takhout min of meer constant blijft. Op landgoed Verwolde bevindt het merendeel van het bos zich in de boomfase, de meeste opstanden zijn ouder dan 20 jaar. De methode van de Vries is iets gecompliceerder, hierin zijn namelijk klimaat, bodemtype en leeftijd opgenomen. In de publicatie wordt het aandeel biomassa berekend door het takgewicht te delen door het stamgewicht. Dit is per klimaat, bodemtype en leeftijd berekend. Deze methode kan in het veld worden toegepast door de spilhoutlengte te bepalen en de diameter borsthoogte (DBH) te meten.

Vervolgens kan de inhoud in kubieke meters van de boom worden berekend en vermenigvuldigd met de soortelijke dichtheid per kubieke meter. Dit resultaat vermenigvuldigt met de stam/tak

verhouding levert het aandeel biomassa in kilogram op. Door dit te delen door de soortelijke massa kan het aantal kubieke meter biomassa worden bepaald. Dit kan helpen voor de beeldvorming van de benodigde ruimte voor opslag.

In verschillende Alterra rapporten is de aanname gedaan dat de B.E.F.'s in zekere mate ook voor de Nederlandse situatie gebruikt kunnen worden. Tijdens een interview met dhr. Spijker en dhr. De Jong van Alterra, werd geadviseerd de publicatie van W. de Vries uit 1990 te gebruiken. Deze publicatie is gericht op de Nederlandse situatie gezien bodemtypen en klimaat. Daarnaast biedt de leeftijd een extra mogelijkheid de meest correcte expansie factor te kiezen.

De B.E.F.'s leveren een redelijk accuraat beeld van de aanwezige voorraad biomassa, echter zijn ze indicatief omdat de data elders vergaard zijn. Om de exacte gegevens voor landgoed Verwolde te krijgen zouden de factoren voor het landgoed dienen te worden bepaald. Dit is een tijdrovend onderzoek wat binnen de gestelde termijn niet uitgevoerd kan worden. Hooguit kan er een controle plaats vinden door een enkele boom te vellen en kan door middel van wegen een verhouding bepaald worden. Ondanks dat de waarden indicatief zijn wordt de aanname gedaan, dat deze toch een goede schatting geven voor landgoed Verwolde.

5.2 Overige methoden voor biomassa bepaling

Een andere optie is volgens de 20^{e} boom- of de proefvlakmethode een gemiddelde boom zoeken, hierbij wordt gebruik gemaakt van proefplots waarbij binnen het plot alle diameters van 20 of alle aanwezige bomen worden opgenomen. Vervolgens wordt de gemiddelde diameter per soort berekend en wordt van alle bomen met de gemiddelde diameter de hoogte gemeten. Tenslotte wordt de gemiddelde hoogte berekend. Als dan een boom met gemiddelde diameter en hoogte gevonden is wordt deze geveld en uitgesnoeid. Het tak- en tophout wordt versnipperd en gewogen, dan is bekend hoeveel biomassa gemiddeld uit een boom gehaald kan worden. Door de uitkomst van de hoeveelheid biomassa te vermenigvuldigen met het stamtal per hectare kan voor een opstand de totale hoeveelheid biomassa bepaald worden. Deze methode is echter alleen bruikbaar wanneer het monoculturen betreft, voor gemengde opstanden met een groot verschil in leeftijdsklasse leent deze methode zich niet. Deze methode zal gezien de beperkte tijd voor het project niet worden toegepast.

De biomassa expansie factoren en de gemiddelde boom methode zijn allebei zeer goed bruikbaar wanneer er dunningen worden uitgezet en/of geblest. Er kan dan direct berekend worden hoeveel biomassa een beheeractiviteit oplevert.

5.3 Meest geschikte methode voor biomassa bepaling op landgoed Verwolde

Tijdens de literatuurstudie zijn verschillende methoden nader bekeken, echter blijken niet alle methoden direct geschikt. De meeste methoden werken op basis van de dbh. of laten het bodemtype en klimaat buiten beschouwing. In de Silva Fennica is niet per bodemtype een expansie factor gespecificeerd. Sommige expansie factoren zijn berekend op basis van andere landen, met andere bodemtypen en een ander klimaat maar worden wel in Nederland toegepast. De B.E.F. van Baritz zijn afkomstig uit Duitsland, met zowel een land- als een zeeklimaat. Dit kan tot een onderschatting van de hoeveelheid biomassa leiden. De meest geschikte methode blijkt de publicatie van de Vries uit 1990, waarbij per bodemtype, boomsoort, klimaat en leeftijd de expansie factoren zijn bepaald. Hierdoor is het mogelijk met de opstandlegger en de bodemkaart, per opstand de meest geschikte B.E.F. te bepalen.

6. Aanwezige hoeveelheid biomassa op landgoed Verwolde

In dit hoofdstuk zal nader worden gekeken naar de aanwezige hoeveelheid biomassa op het landgoed. Deze biomassa is echter nog wel “op stam”, oftewel aanwezig in de vorm van staande bomen. Tevens zal worden toegelicht hoe de verdeling is over de boomsoorten en hoeveel biomassa er tijdens houtoogst kan vrijkomen.

6.1 Boomsoortensamenstelling op het landgoed

Aan de hand van de opstandlegger is bepaald dat het landgoed voor 163,53 ha. uit bosopstanden bestaat. In deze oppervlakte zijn vakken met monumentale bomen buitenbeschouwing gelaten. Het betreft de vakken 3l en 9a, beter bekend als “de dikke boom” en “Oom Frits”. Aan de hand van de opstandlegger en vak- en afdelingenkaarten is bepaald hoeveel hectare geïnventariseerd diende te worden om een betrouwbaar beeld te krijgen. Vervolgens is gekeken of opstanden gestratificeerd konden worden. Daarna is 19,05 ha. volgens de proefvlakkenmethode geïnventariseerd. In bijlage 1 is de kaart met de bosopstanden binnen het landgoed opgenomen.

Binnen deze bosopstanden is een grote diversiteit aan boomsoorten aanwezig, tijdens de inventarisatie zijn 24 verschillende boomsoorten waargenomen. De hoofdboomsoort voor het gehele landgoed bestaat uit inlandse eiken (19,9%), er is in de inventarisatie geen onderscheid gemaakt tussen zomer- en wintereik (Quercus robur en Quercus petraea). Het grote aandeel eiken is te verklaren door de veelvuldige aanwezigheid van oude lanen, zoals typerend is voor oudere landgoederen. Verder bepalen Douglasspar (12,3%, Pseudotsuga menziesii) Beuken (10,3%, Fagus silvatica), Grove den (10,1%, Pinus silvestris), Fijnspar (9,5%, Picea abies) en Japanse lariks (5,1%, Lariks kaempferi) het beeld binnen de bosopstanden. Douglasspar komt veelvuldig voor, echter is er naast de bestaande opstanden ook sprake van redelijk veel verjonging. Omdat in de inventarisatie ook de bospercelen van dhr. W.H.E. van der Borch van Verwolde zijn meegenomen valt het aandeel naaldhout hoger uit. De bosopstanden noordelijk van de Markelose weg bestaan hoofdzakelijk uit naaldhoutsoorten. Zowel in het deel van mevr. J.C.J.M.S. van der Borch van Verwolde als dhr. W.H.E. van der Borch van Verwolde zijn restanten van een oud arboretum aanwezig, hier is echter gekeken naar de hoofdboomsoort. Reden daarvoor is dat de afzonderlijke soorten een te klein aandeel hebben om specifiek te behandelen. De waargenomen boomsoorten zullen in combinatie met de bijbehorende biomassa in de volgende paragraaf vermeld worden.



Afbeelding 1, Jonker Emilelaan te Landgoed Verwolde

6.2 Aanwezige biomassa

Aan de hand van de resultaten van de inventarisatie, is middels het zelf ontworpen rekenmodelberekend dat binnen de, 163,53 hectare, bosopstanden op het landgoed ca. 9655 ton biomassa aanwezig is. Dit komt neer op ca. 59 ton of ca. 60 m^3 biomassa per hectare, bij een stamvolume van 261 m^3 per hectare. Deze biomassa is aanwezig in combinatie met de staande houtvoorraad. Hierbij is per opstand met het stamtal, de gemiddelde inhoud, soortelijke massa en expansie factor per boomsoort gerekend. Door eerst de inhoud te berekenen (Volume m^3 = (Diameter gemiddeld^{c1} x Hoogte gemiddeld^{c2} x exponent^{c3}) / 1000) en deze vervolgens te vermenigvuldigen met de soortelijke massa, is het stamgewicht bepaald. Dit stamgewicht is vervolgens vermenigvuldigd met de B.E.F. en het stamtal om tot het totaal per boomsoort, per opstand te komen. Door het totaal aan biomassa en aantal hectares te berekenen, kan vervolgens een uitspraak worden gedaan over de hoeveelheid biomassa per hectare.

Hieronder staan twee opnamen, voor Eik en Douglasspar, uit het rekenmodel weergegeven.

Label	Hoofdboomsoort	jaar aanplant/kiem	Opp.	geschatte leeftijd	BEF de vries	hoogte	diameter gemiddeld	volume gemiddeld hoofdsoort	biomassa m3	soortelijke massa vers /m3	biomassa ton	stamtal	biomassa ton totaal hoofdsoort
1d	ei	1900	0,56	112	0,42	30	60,4	2,27	0,954653	1050	1,002385	4	4,009541
1g	ei	>70	0,82	92	0,4	19,7	49	0,84	0,334142	1050	0,350849	184	64,55622
1h	ei	1977	0,60	35	0,18	16,2	17,6	0,19	0,033642	1050	0,035324	535	18,8986
1l	ei	25-70	0,29	92	0,4	15	15,2	0,14	0,055175	1050	0,057934	277	16,04768
1m	ei	25-70	0,24	23	0,18	16	23,92	0,26	0,04628	1050	0,048594	41	1,99235
1n	ei	1930	0,11	82	0,48	32	60,43	2,56	1,228192	1050	1,289602	12	15,47522
1o	ei	>70	0,08	75	0,48	24	64,5	1,63	0,780922	1050	0,819968	16	13,11949

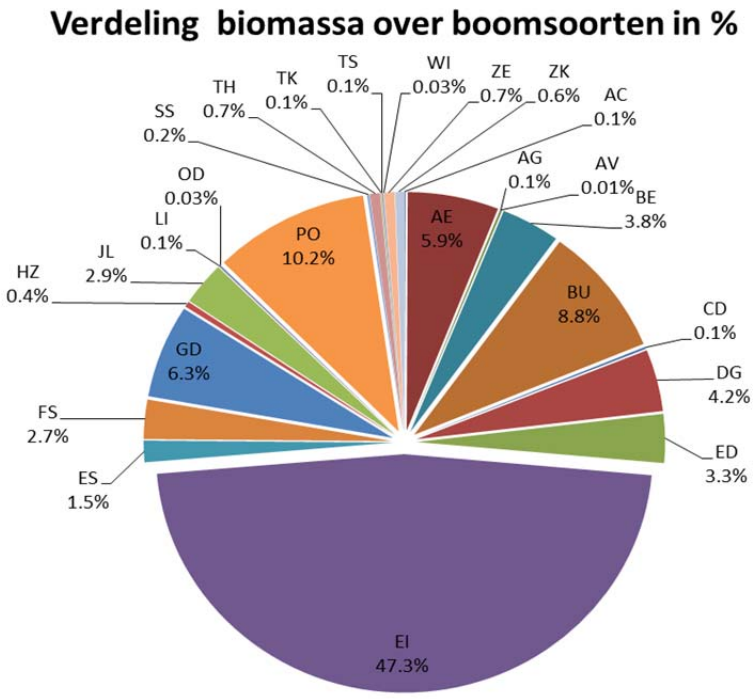
Afbeelding 2, Opname voor Eik uit rekenmodel

Label	Hoofdboomsoort	jaar aanplant/kiem	Opp.	geschatte leeftijd	BEF de vries	hoogte	diameter gemiddeld	volume gemiddeld hoofdsoort	biomassa m3	soortelijke massa vers /m3	biomassa ton	stamtal	biomassa ton totaal hoofdsoort
2m	dg	1943	0,28	69	0,08	33	49,67	1,58	0,12656	675	0,085428	53	4,527674
2n	dg	1966	0,13	46	0,08	21,5	33,86	0,51	0,041145	675	0,027773	41	1,138692
3cc	dg	1955	0,31	57	0,08	34	47,8	1,62	0,129862	675	0,087657	46	4,032203
3e	dg	1962	0,58	50	0,08	33	41,18	1,36	0,108786	675	0,073431	98	7,196227
3w	dg	1953	0,55	59	0,08	34	47,8	1,62	0,129862	675	0,087657	82	7,18784
3x	dg	1922	0,21	90	0,08	39	51,85	2,25	0,179986	675	0,12149	17	2,065335
4a	dg	1960	0,81	52	0,08	33,33	43,02	1,44	0,114845	675	0,077521	166	12,86843

Afbeelding 3, Opname voor Douglasspar uit rekenmodel

Onderstaande grafiek geeft de verdeling van de biomassa over de aanwezige boomsoorten weer. In de tabel op de volgende pagina staan de afkortingen van de boomsoorten beschreven.

Afbeelding 4, Verdeling van biomassa over boomsoorten.



Uit de grafiek blijkt nogmaals het hoge aandeel eik, mede te verklaren door de aanwezige lanen op het landgoed. Hierbij dient wel de kanttekening te worden gemaakt dat deze bomen niet in de reguliere houtoogst zijn opgenomen. De laanbomen zullen alleen worden geoogst wanneer de vitaliteit afneemt en deze een gevaar gaan vormen. Echter voor de berekening zijn deze bomen wel essentieel. Indien voor deze bomen de jaarlijkse bijgroei wordt berekend, is inzichtelijk hoeveel biomassa deze bomen leveren wanneer ze geveld worden. Deze rekenmethode is niet direct te gebruiken voor onderhoud van laanbomen, reden hiervoor is dat bij onderhoud kleinere hoeveelheden worden “geoogst” en deze per onderhoudsinterval verschillen.

In singels en bosranden is een groot aandeel hazelaar en zwarte els waar te nemen, vanwege de geringe diameters en hoogte levert dit een laag aandeel aan biomassa. De landschapselementen zoals singels, hebben in tegenstelling tot de reguliere bosopstanden een hogere frequentie van onderhoud. Dit houdt in dat deze minder biomassa bevatten maar vaker biomassa kunnen leveren.

De tabel op de volgende pagina geeft weer hoeveel ton biomassa per soort aanwezig is.

Onderstaande de tabel en grafiek met de berekende hoeveelheden biomassa per soort. In bijlage 2 is op verzoek van de opdrachtgever een overzicht per eigenaar uitgewerkt.

Tabel 2, Overzicht van tonnen biomassa per boomsoort

Afk.	Boomsoort	Ton biomassa
AC	Acacia (Robinia)	6,10
AE	Amerikaanse eik	572,35
AG	Abies grandis (Reuze zilverspar)	13,32
AV	Amerikaanse vogelkers	0,92
BE	Berk	370,29
BU	Beuk	849,31
CD	Corsicaanse den	13,47
DG	Douglasspar	405,31
ED	Esdoorn	318,96
EI	Inlandse eik (zomer- + wintereik)	4564,39
ES	Es (soort)	140,33
FS	Fijnspar	256,71
GD	Grove den	609,31
HZ	Hazelaar	35,98
JL	Japanse lariks	282,37
LI	Linde (soort)	9,92
OD	Oostenrijkse den	2,74
PO	Populier (soort)	981,16
SS	Sitkaspar	16,31
TH	Thuja plicata (Reuze levensboom)	62,76
TK	Tamme kastanje	9,19
TS	Tsuga Heterophylla (Westelijke Hemlockspar)	9,59
WI	Wilg (soort)	3,26
ZE	Zwarte els	64,81
ZK	Zoete kers	56,32
Totaal		9655,19

6.3 Bijgroei

Onder bijgroei wordt verstaan, de jaarlijkse volumetoename van het stamhout. Deze volumetoename is meestal berekend per boomsoort en hectare. Om voor landgoed Verwolde een zo accuraat mogelijk beeld te schetsen, is afgezien van het gebruik van de landelijk berekende bijgroei. De landelijke bijgroei bedraagt momenteel ca. 8 m^3/ha per jaar (AVIH, 2012). De berekende landelijke bijgroei is een gemiddelde, deze maakt geen onderscheid in de bodem en voedingstoestand. Landgoed Verwolde ligt op bodems welke zijn te kwalificeren tot bodems met een matige voedingstoestand, namelijk Enkeerdgronden en lemige Podzolgronden. Hierdoor zou wanneer de landelijke bijgroei wordt gebruikt een onderschatting in bijgroei ontstaan. Door middel van aanwasboringen op het landgoed is per boomsoort de bijgroei bepaald (Afbeelding 5 en 6).



Afbeelding 5, Aanwasboor voor bijgroeibepaling



Afbeelding 6, Uitnemen van een boorkern voor bijgroeibepaling

Voor dit onderzoek is de bijgroei over vier verschillende diameterklassen bepaald, reden hiervoor is het afnemen van bijgroei door ouderdom. Aan de hand van de verkregen data uit de geïnventariseerde 19,05 hectare, is per diameterklasse, per boomsoort de gemiddelde diameter berekend. Door middel van de inventarisatiegegevens en de vak- en afdelingenkaart is bepaald in welke opstand een kernboring kon worden uitgevoerd. Vervolgens is van de gemiddelde boom per soort een houtmonster genomen om de jaarringen en groei in centimeters te bepalen. Een overzicht van de boormonsters per soort en diameterklasse is bijgevoegd als bijlage 3. Uit de aanwasboringen en berekening is de jaarlijkse bijgroei op landgoed Verwolde bepaald op 11,46 m^3/ha per jaar.

Door de bijgroei van 11,46 m^3/ha per jaar te vermenigvuldigen met de B.E.F. geeft dit de jaarlijkse bijgroei van biomassa in m^3, deze bedraagt 2,99 m^3/ ha. Dit bijgroei cijfer is vervolgens met een gemiddelde soortelijke massa vermenigvuldigd van 0,85 ton/m^3, dit houdt in dat er jaarlijks 2,54 ton tak- en tophout per hectare bijgroeit. Uit de gebruikte opstandlegger is het bosareaal op 163,53 hectare vastgesteld. Door deze oppervlakte te vermenigvuldigen met 2,54 ton biomassa bijgroei per ha./ jaar komt dit op 415 ton jaarlijkse bijgroei. Dit is inclusief lanen en singels.

De resultaten van de inventarisatie en de bijgroeicijfers zijn verwerkt in een rekenmodel, opgesteld in Microsoft Excel, wat de mogelijkheid biedt om de biomassa uit houtoogst te berekenen. Dit model is gebaseerd op de gegevens van de 0-meting en de bijgroei van biomassa per jaar per hectare. Door de dunningsinterval in jaren en het aantal gebleste bomen per soort in te voeren, berekent dit model de hoeveelheid biomassa in ton uit de houtoogst. Dit model werkt op basis van waarden van de gemiddelde boom, door de biomassa per boom te vermenigvuldigen met het aantal gebleste bomen, geeft dit het totaal van de oogst.

Dit biedt de mogelijkheid om de aanvoer voor de biomassacentrale te calculeren. Door middel van de technische specificaties van deze installatie te vergelijken met de aanvoer, kan vervolgens berekend worden hoe lang de installatie op deze voorraad kan draaien. Het rekenmodel is op CD in de omslag van dit rapport bijgevoegd. Op de volgende pagina is een voorbeeld uit het rekenmodel weergegeven.

Label	Hoofdboomsoort	Mengboomsoort 1	Mengboomsoort 2	Mengboomsoort 3	Opp.	dunningsinterval in jaren	Hoofdboomsoort aant.	Mengboomsoort 1 aant.	Mengboomsoort 2 aant.	Mengboomsoort 3 aant.	totaal biomassa oogst
1d	ei	ae			0.56	5	4	15			13.68
1g	ei	bu	be	ze	0.82	5	15	20	10	30	15.65
1h	ei				0.60						0.00
1l	ei				0.29	7	35				2.43
1m	ei	ei			0.24						0.00
1n	ei	be			0.11	10	25	30			38.08
1o	ei	ae			0.08						0.00

Afbeelding 7, Voorbeeld uit het biomassa rekenmodel

6.4 Beschikbare hoeveelheid biomassa voor de verwerkende installatie

De bijgroei van 2,54 ton biomassa per hectare is vers gewicht, deze biomassa bevat ca. 45% vocht. De beoogde installatie kan geen biomassa met een dergelijk vochtgehalte verwerken. De installatie heeft een specificatie op vochtgehalte van maximaal 25% (All Power Labs, 2012). Een vochtgehalte lager dan 30% kan bereikt worden door de biomassa in het veld te laten drogen voor enkele maanden (Boosten, Oldenburger, Oorschot, Boertjes, & van den Briel, 2009). Dit drogen resulteert in een gewichtsverlies van ca. 0,51 ton, hierdoor blijft een effectieve hoeveelheid van ca. 2,03 ton per hectare over welke geschikt is direct in de installatie te verwerken. Dit zal verder worden toegelicht in het hoofdstuk valorisatie.

7. Het integreren van biomassawinning op landgoed Verwolde

Dit hoofdstuk zal zich richten op het integreren en implementeren van biomassaoogst, in combinatie met houtoogst en landschapsonderhoud, in de gangbare exploitatievormen op het landgoed. Naast bosopstanden zijn er op het landgoed veelvuldig landschapselementen aanwezig, zoals singels, lanen en bijvoorbeeld solitaire bomen. Landschapselementen worden op andere wijze beheerd dan bosopstanden, vaak ligt de onderhoudsfrequentie ook hoger. De houtige biomassa uit dit onderhoud kan tevens dienen als brandstof voor een biomassacentrale.

7.1 Methoden voor het integreren van biomassawinning in de houtoogst

Biomassawinning uit de houtoogst is op zich niets nieuws, in Scandinavië, Finland en Canada gebeurt dit al langere tijd op grote schaal. Echter is hier wel sprake van grotere oppervlakten en hoeveelheden, hierdoor kan machinale inzet optimaal worden benut. De methoden die in deze landen worden gehanteerd verschillen behoorlijk van de in ons land toegepaste methoden. Indien in deze landen veel volgens de “volle boom-methode” wordt geoogst, dan worden de bomen geveld en geheel naar een centrale plaats voor verwerking gebracht (Jong de, 2011). Hier wordt de biomassa van het stamhout gescheiden, en versnipperd. Ook wordt in deze landen veel vaker kaalkap toegepast en wordt later weer ingeplant. Dit is op landgoed Verwolde geen optie, dit zou de karakteristieke landgoedeigenschappen doen verdwijnen. In dit hoofdstuk zullen opties voor het integreren van biomassawinning in combinatie met verschillende vormen van houtoogst worden belicht.

7.1.1 Dunning

Onder dunning wordt verstaan het reduceren van het stamtal ter voorkoming van kroonsluiting, oftewel bomen worden geveld om andere bomen groeiruimte te bieden. Bij een dunning wordt een selectie gemaakt van bomen welke gewenst zijn te behouden en welke voor groeiruimte gemarkeerd en geveld dienen te worden. Dit proces noemt men in het bosbeheer “blessen”.

De bomen die geveld worden leveren biomassa, in de vorm van tak- en tophout. De uitvoering van deze dunning zal waarschijnlijk machinaal plaatsvinden, dit biedt de mogelijkheid om de biomassa voor te concentreren. Dit gebeurt met een harvester voor stamhout waardoor de biomassa ook al deels is voorgeconcentreerd. Zodra het hout door middel van een forwarder wordt uitgereden kan deze ook worden gebruikt om de biomassa uit de percelen te halen, de machine is immers al aanwezig. Echter zullen extra arbeidsgangen met de bijbehorende kosten grote invloed hebben op de kostprijs. Grotere hoeveelheden welke goed bereikbaar zijn kunnen daarentegen de kosten drukken.

Wanneer een dunning handmatig, met de kettingzaag, wordt uitgevoerd heeft dit tot gevolg, dat voorconcentreren zeer lastig is en om een extra machine vraagt. Biomassa concentreren met een uitsleeptractor kost veel tijd waardoor dit onrendabel wordt.

Het oogsten van volle bomen heeft de voorkeur, het maakt voorconcentreren gemakkelijker en zorgt voor een efficiënte verwerking. Nadelen van deze methode zijn de grote kans op schade aan de blijvende bomen en de vervuiling van de biomassa. Deze wordt namelijk over de grond gesleept, waardoor zand en humus in de biomassa blijft hangen. Deze methode is het beste toe te passen wanneer kaalkap plaats vind.

Wanneer een dunning correct en volgens de certificering gestelde eisen wordt uitgevoerd, zal er niet meer dan de jaarlijkse bijgroei van het stamhout worden geoogst. Dit betekent niet dat er jaarlijks geoogst dient te worden. Het is mogelijk om na vijf jaar ook de bijgroei van de afgelopen vijf jaar te oogsten.

Het rekenmodel voor de biomassabepaling is grotendeels op basis van dunning opgesteld, uitgaande van gemiddelde bomen. Dit model zal in deze exploitatievorm het meest accurate resultaat geven.

7.1.2 Laagdunning

Laagdunning is een exploitatievorm waarbij alle bomen welke geen goede toekomstverwachting hebben worden geveld. Dit betekent dat het meestal dunne en slecht gevormde bomen betreft. Het hout dat hier uit vrijkomt wordt meestal als laagwaardige sortimenten verkocht, zoals vezel, OSB- of papierhout.

De bomen die in een laagdunning geveld worden, hebben over het algemeen slecht gevormde kronen. Dit betekent dat deze bomen door slecht gevormde kronen minder of door zware betakking juist meer biomassa bevatten. Hierdoor kan het mogelijk zijn om in deze exploitatievorm rendabel tak- en tophout te oogsten. Tevens kan ervoor worden gekozen om de hele boom voor de biomassa te oogsten, hetgeen meer biomassa oplevert en van invloed kan zijn op de prijs.

Wanneer hele bomen geoogst worden en deze als biomassa voor een eigen energiecentrale dienen zijn er geen inkomsten, alleen kosten. De kosten van de oogst zullen wel moeten opwegen tegen de opbrengst van de centrale om deze exploitatievorm rendabel te maken. Hier kan zowel machinaal als door middel van een kettingzaag worden geveld, het uitrijden en concentreren van de biomassa kan met uitsleeptractor of forwarder plaatsvinden.

Het rekenmodel is voor deze exploitatievorm minder geschikt omdat hier hoofdzakelijk bomen zullen worden geoogst welke dunner zijn dan de gemiddelde boom, bovendien wordt stamhout dan ook biomassa. Stamhout is in het rekenmodel niet als biomassa bepaald, alleen tak- en tophout. Dit kan leiden tot een onderschatting. Het is mogelijk dat de totale hoeveelheid van stam- en takhout van deze bomen bijna gelijk is aan het volume biomassa van de gemiddelde boom, echter is het noodzakelijk dit eerst te controleren.

Ook voor laagdunning geldt dat er niet meer dan de jaarlijkse bijgroei van het stamhout wordt geoogst. Echter zal er een hoger stamtal, vanwege dunne diameters, worden geoogst dan bij een reguliere dunning.

7.1.3 Eventuele eindkap

Eindkap is een exploitatievorm waarbij bomen aan het einde van de omloop worden geveld, bijvoorbeeld wanneer een vooraf vastgesteld maximale diameter is bereikt. Ook kan eindkap plaatsvinden wanneer de vitaliteit en dus ook bijgroei van bomen sterk afneemt. Het betreft hier vaak zwaardere bomen met grote diameters, maar ook met veel biomassa aanwezig in zware takken en grote kroon. Naast alle eerder vermelde redenen kan eindkap ook plaatsvinden om bosbestanden te verjongen of om te vormen naar gemengde bestanden.

Op het landgoed zijn oude opstanden aanwezig waarbij eindkap in overweging genomen kan worden, echter kenmerken landgoederen zich door de aanwezigheid van oude bomen. Dit houdt in dat eindkap mogelijk het karakter van het landgoed kan aantasten, wat door de eigenaren mogelijk als ongewenst ervaren kan worden.

Wanneer voor deze vorm van houtoogst wordt gekozen, zal deze hoofdzakelijk door middel van vellen met de kettingzaag worden uitgevoerd. Machinale velling is eventueel mogelijk, maar alleen in naaldhout en met een maximale diameter van ca. 70 cm. aan de stamvoet. Reden hiervoor is de beperkte aanwezigheid van machines in Nederland met een geschikte capaciteit om deze zware bomen te verwerken. In zwaar loofhout is machinaal vellen en verwerken door de zware takken bijna niet mogelijk.

Het hout en de biomassa zullen door een uitsleeptractor of forwarder moeten worden geconcentreerd, dit kan door de grote hoeveelheid biomassa efficiënt worden uitgevoerd.

Het rekenmodel kan voor deze methode worden toegepast, ook wanneer in de opstand een spreiding in diameterklassen aanwezig is. Omdat de bijgroei in vier verschillende klassen is bepaald, zal slechts een geringe afwijking ontstaan.

7.1.4 Biomassa uit bestrijding van Amerikaanse vogelkers

Op het landgoed is Amerikaanse vogelkers in beperkte mate aanwezig, zoals tijdens de inventarisatie is geconstateerd. In de toekomst zullen de aanwezige exemplaren als zaadbronnen dienen wanneer deze niet tijdig verwijdert worden. Hierdoor kan de Amerikaanse vogelkers kan gaan woekeren.

De Amerikaanse vogelkers is in de biomassa berekening opgenomen om een beeld te vormen hoeveel biomassa vrijkomt met het verwijderen van deze soort. Echter is dit geheel afhankelijk van de prioriteit die de eigenaar hier aan toekent.



Afbeelding 8, Bestrijding van Amerikaanse vogelkers met een minigraver



Afbeelding 9, Verwijderen van een Amerikaanse vogelkers met een minigraver

7.2 Onderhoud van lanen en landschapselementen

Het onderhoud van landschapselementen op het landgoed bestaat hoofdzakelijk uit snoeien van lanen, solitaire bomen en bosranden in verband met doorgang van landbouwmachines. Daarnaast is het afzetten van singels noodzakelijk om dit type element in stand te houden. Deze werkzaamheden kunnen een aandeel leveren aan houtige biomassa. Echter zal behalve bij afzetten van singels, een beperkte hoeveelheid biomassa vrijkomen. Zoals in het hoofdstuk ecologische effecten van biomassaoogst al werd aangegeven heeft het de voorkeur singels gefaseerd af te zetten. Wanneer hier jaarlijks een gelijke hoeveelheid wordt afgezet kan dit een aanvulling zijn op de biomassa uit de bosopstanden.

Sommige vakken welke tevens als landschapselementen zijn aangemerkt zijn in de inventarisatie opgenomen. Hierdoor bestaat er aan de hand van het rekenmodel de mogelijkheid om voor deze elementen de biomassa door te berekenen. Dit is echter niet direct mogelijk voor bijvoorbeeld solitaire bomen, echter zullen deze redelijkerwijs ook niet worden gekapt. Een bijkomend voordeel is dat onderhoud moet plaatsvinden voor het in stand houden van het element, dit betekent dat de biomassa hoe dan ook beschikbaar komt.

7.3 Sortimenten

Het stamhout vertegenwoordigt de grootste waarde, het onderste twee vijfdedeel van de stam bevat ca. 90% van de waarde. Dit geldt zeker wanneer dit stamstuk zo goed als vrij van fouten is. Onder fouten wordt verstaan: noesten, beschadigingen, losse jaarringen en bijvoorbeeld kernrot.

Zoals al kort in de paragraaf laagdunning is behandeld kan de overweging worden gemaakt om sommige sortimenten voor biomassa te gebruiken in plaats van lager geprijsde sortimenten. Hierbij is hoofdzakelijk gedacht aan de sortimenten vezel, OSB- en eventueel papierhout. Echter is het belangrijk, dat net als bij laagdunning overwogen wordt of de kosten opwegen tegen de opbrengsten van de energiecentrale. Deze optie is in ieder geval interessant wanneer de houtprijzen zich op een laag niveau bevinden. Houtprijzen zijn zeer onderhevig aan aanbod en marktvraag. Wanneer de prijzen laag zijn, is een grote hoeveelheid van de lagere sortimenten nodig om het omslagpunt te halen. Door het hout dan als biomassa toe te passen bestaat de mogelijkheid dat dit een positieve waarde geeft door de besparing op ingekochte energie.

8. Valorisatie van de biomassaoogst

De oogst van biomassa leidt tot extra werkgangen voordat het product werkelijk beschikbaar komt, hierbij dient onder andere te worden gedacht aan versnipperen en transport. Deze extra kosten dienen op te wegen tegen de inkomsten die de biomassa kan genereren. In dit hoofdstuk zullen de begrotingen voor de oogst en inkomsten nader worden belicht.

8.1 Begroting voor de biomassaoogst in combinatie met reguliere houtoogst

De biomassaoogst kan zoals eerder in dit rapport beschreven het beste gecombineerd worden met de reguliere houtoogst. De benodigde machines zijn dan immers al in het terrein aanwezig. In deze begroting is de aanname gedaan dat de forwarder voor de biomassa verzameling en het uitrijden beschikbaar is. Onderstaande de begroting voor de biomassaoogst.

Tabel 3, Begroting voor biomassa uit reguliere houtoogst.

Activiteit: verzamelen biomassa uit houtoogst	aantal eenheden	uur/ha	tarief €/eenh./uur	€ totaal/ha
Voorconcentreren (indien noodzakelijk)		**6.5**		
op rillen zetten van tak- en tophout*				
medewerker uitvoerend	1	6.5	27.95	181.68
trekker 4x4 45-55 kw	1	6.5	14.75	95.88
takkenschuif	1	6.5	1.75	11.38
excl. overhead				288.93
incl. 20% overhead				347
Uitrijden biomassa		**2.67**		
sortiment 3 meter 20m3 ha*				
medewerker uitvoerend	1	2.67	27.95	74.63
forwarder	1	2.67	58.95	157.40
excl. overhead				232.03
incl. 20% overhead				278
Afdekken biomassa voor droging (optioneel)				
afdekken met voederkuilfolie				
medewerker uitvoerend	2	1	27.95	55.90
wielkraan hydraulisch	1	1	34.75	34.75
rol kuilfolie powerplast 50m x 10m	1		143.00	143.00
btw voederkuilfolie, 21%				30.03
excl. overhead				263.68
incl. 20% overhead				316.42
totaal incl. folie				489
Versnipperen		**2.15**		
medewerker uitvoerend	1	2.15	27.95	60.09
houtversnipperaar < 26 cm.	1	2.15	12.10	26.02
wielkraan hydraulisch	1	2.15	34.75	74.71
excl. overhead				160.82
incl. 20% overhead				193
Transport naar opslag voor biomassa		**2.15**		
gelijktijdig met versnipperen				
trekker 4x4 45-55 kw	2	2.15	14.75	63.43
dumper	2	2.15	6.30	27.09
medewerker uitvoerend	2	2.15	27.95	120.19
excl. overhead				210.70
incl. 20% overhead				253
Totaal kosten biomassa oogst in € per ha.				1560
* = gebruikte norm normenboek 2012				
Overige tarieven afkomstig uit Normenboek 2012				

8.2 Begroting voor de biomassaoogst uit laagdunning.

Wanneer laagdunning plaatsvindt kan niet worden volstaan met de begroting van reguliere houtoogst, in deze exploitatievorm zullen bomen worden geveld voor de biomassa. Omdat hiervoor extra werkgangen noodzakelijk zijn is onderstaande begroting opgesteld.

Tabel 4, Begroting voor biomassaoogst uit laagdunning

Activiteit: Laagdunning	aantal eenheden	uur/ha	tarief €/eenh./uur	€ totaal/ha
Blessen		**2.24**		
Blessen, 100 st./ha*				
medewerker uitvoerend	1	1.33	27.95	37.17
handgereedschap	1	1.33	0.30	0.40
excl. overhead				37.57
incl. 20% overhead				45
Vellen d.m.v. middelzware harvester		**2.13**		
Houtoogst opgaand bos, vellen, snoeien, korten *				
Grove den, dbh. 14 cm. 12,8 st./m^3				
medewerker uitvoerend	1	2.13	27.95	59.53
Harvester middelzwaar	1	2.13	79.40	169.12
excl. overhead				228.66
incl. 20% overhead				274
Uitrijden biomassa		**2.67**		
sortiment 3 meter 20m3 ha*				
medewerker uitvoerend	1	2.67	27.95	74.63
forwarder	1	2.67	58.95	157.40
excl. overhead				232.03
incl. 20% overhead				278
Afdekken biomassa voor droging (optioneel)				
afdekken met voederkuilfolie				
medewerker uitvoerend	2	1	27.95	55.90
wielkraan hydraulisch	1	1	34.75	34.75
rol kuilfolie powerplast 50m x 10m	1		143.00	143.00
btw voederkuilfolie, 21%				30.03
excl. overhead				263.68
incl. 20% overhead				316.42
totaal incl. folie				489
Versnipperen		**2.15**		
medewerker uitvoerend	1	2.15	27.95	60.09
houtversnipperaar < 26 cm.	1	2.15	12.10	26.02
wielkraan hydraulisch	1	2.15	34.75	74.71
excl. overhead				160.82
incl. 20% overhead				193
Transport naar opslag voor biomassa		**2.15**		
gelijktijdig met versnipperen				
trekker 4x4 45-55 kw	2	2.15	14.75	63.43
dumper	2	2.15	6.30	27.09
medewerker uitvoerend	2	2.15	27.95	120.19
excl. overhead				210.70
incl. 20% overhead				253
Totaal kosten biomassa oogst in € per ha.				1533
* = gebruikte norm normenboek 2012				
Overige tarieven afkomstig uit Normenboek 2012				

8.3 Begroting voor de biomassaoogst uit landschapselementen

Oogst van biomassa uit landschapselementen is apart begroot in verband met een afwijkende norm voor het vellen en voorconcentreren. Het betreft percelen welke gezien de oppervlakte en de eigenschappen niet geschikt zijn om op vergelijkbare wijze te oogsten als reguliere houtoogst en zuivering.

Tabel 5, Begroting voor biomassaoogst uit landschapselementen.

Activiteit: oogst uit landschapselementen	aantal eenheden	uur/ha	tarief €/eenh./uur	€ totaal/ha
Vellen van bossingels		**15**		
vellen hakhout, 500 loten per ha*				
medewerker uitvoerend	1	15	27.95	419.25
motorzaag middelzwaar (3,4 kW)	1	15	5.85	87.75
excl. overhead				507.00
incl. 20% overhead				608
Afvoeren en concentreren biomassa		**5.8**		
Afvoeren hout uit hakhout of houtwal,DBH. 6-10 cm.*				
25 m^3 per hectare*				
medewerker uitvoerend	2	5.8	27.95	324.22
wielkraan hydraulisch	1	5.8	34.75	201.55
excl. overhead				525.77
incl. 20% overhead				631
Afdekken biomassa voor droging (optioneel)				
afdekken met voederkuilfolie				
medewerker uitvoerend	2	1	27.95	55.90
wielkraan hydraulisch	1	1	34.75	34.75
rol kuilfolie powerplast 50m x 10m	1		143.00	143.00
btw voederkuilfolie, 21%				30.03
excl. overhead				263.68
incl. 20% overhead				316.42
totaal incl. folie				489
Versnipperen		**2.15**		
medewerker uitvoerend	1	2.15	27.95	60.09
houtversnipperaar < 26 cm.	1	2.15	12.10	26.02
wielkraan hydraulisch	1	2.15	34.75	74.71
excl. overhead				160.82
incl. 20% overhead				193
Transport naar opslag voor biomassa		**2.15**		
gelijktijdig met versnipperen				
trekker 4x4 45-55 kw	2	2.15	14.75	63.43
dumper	2	2.15	6.30	27.09
medewerker uitvoerend	2	2.15	27.95	120.19
excl. overhead				210.70
incl. 20% overhead				253
Totaal kosten biomassa oogst in € per ha.				2175
* = gebruikte norm normenboek 2012				
Overige tarieven afkomstig uit Normenboek 2012				

Aan de hand van de bijgroei, is berekend dat er jaarlijks per hectare ca. 2,54 ton biomassa geoogst kan worden. In dit rekenvoorbeeld voor de kostprijs wordt een cyclus van 8 jaar gehanteerd en ervoor gekozen de biomassa niet af te dekken. De oogst, bedraagt dan ca. 20,3 ton. Hierdoor wordt de kostprijs ca. € 53,- wanneer gelijktijdig met de reguliere houtoogst uitgevoerd. Transport naar de locatie van opslag, is in deze prijs ingecalculeerd.

Om de inschatting voor de prijs per ton te bepalen voor de optie laagdunning is als basis een opstand grove den genomen, met een dbh. van 14 cm., als stamtalreductie is gekozen voor 200 bomen per hectare. Wanneer deze bomen machinaal worden geveld en verwerkt geeft dit ineen cyclus van 8 jaar met 20,3 ton oogst, een kostprijs van ca. € 51,- per ton. Transport naar de locatie van opslag, is in deze prijs ingecalculeerd. In dit voorbeeld is gerekend is het afdekken van de biomassa niet meegenomen.

Voor de kostprijs voor de biomassa uit landschapselementen is een deel met hazelaar als voorbeeld voor berekening gebruikt, het af te zetten aantal loten bedraagt 500 stuks. Wanneer een cyclus van 8 jaar wordt gehanteerd, met 20,3 ton oogst, komt de kostprijs op ca. € 83,- per ton. Reden voor deze hoge kostprijs is het grote aandeel handmatig werk. Transport naar de locatie van opslag, is in deze prijs ingecalculeerd. Afdekken van de biomassa is in deze berekening niet meegenomen.

De overweging om het verzamelen van de biomassa uit de reguliere houtoogst en de laagdunning machinaal uit voeren is omdat deze twee exploitatievormen dan kunnen worden gecombineerd met de reguliere houtoogst. De benodigde machines zijn dan al ter plaatse, bovendien is dit voordeliger en sneller dan handmatig vellen. Een bijkomend voordeel is dat met een harvester de biomassa afkomstig uit de laagdunningen, direct kan worden voorgeconcentreerd.

Voor het versnipperen is in iedere begroting gerekend met een hydraulische wielkraan om de biomassa in de chipper in te voeren. Hierdoor kunnen langere en/of zwaardere stukken zonder verdere bewerking, zoals extra doorzagen, worden ingevoerd. De wielkraan werkt sneller dan handmatig invoeren en het snipperen kan door één persoon worden uitgevoerd. Daarnaast is het bijna onmogelijk voor uitvoerend personeel om de gestapelde biomassa uiteen te trekken en vervolgens handmatig in te voeren. Dit kan alleen machinaal efficiënt worden uitgevoerd.

In alle begrotingen is de keuze gemaakt om de biomassa direct naar de opslaglocatie te transporteren, gelijktijdig met het versnipperen. Hierdoor wordt voorkomen dat de schone houtsnippers op de bosbodem worden gespoten, waar vervuiling door zand of modder kan plaatsvinden. Door de snippers direct in dumpers, achter trekkers, te blazen blijft de biomassa schoon en kan meteen naar de opslag worden getransporteerd. Door hier twee trekkers in te zetten kan voorkomen worden dat de chipper en kraan moeten wachten, hetgeen zou leiden tot onnodige kosten.

Het vellen van biomassa uit landschapselementen kan door de beperkte oppervlakten beter handmatig worden uitgevoerd. Grote machines zoals harvesters hebben hier een te beperkte werkruimte, de kans op schade aan bodem en element is tevens vele malen groter. Door de kleinere oppervlakte, dunnere diameters en beperkte hoeveelheid biomassa ligt de verhouding tussen kostprijs en opbrengst veel ongunstiger. Wel kan de biomassa met behulp van een wielkraan langs een bospad worden voorgeconcentreerd en op de zelfde wijze als in de andere begrotingen worden versnipperd.

In deze begrotingen is rekening gehouden met overcapaciteit van sommige machines, hierdoor valt de prijs hoger uit. Door deze overcapaciteit kunnen werkzaamheden mogelijk sneller worden uitgevoerd, of in de zelfde tijd met lichtere machines worden gerealiseerd. Deze factoren kunnen mogelijk een lagere prijs genereren. Omdat het een begroting betreft, is hier door middel van overcapaciteit een veiligheidsmarge gecreëerd.

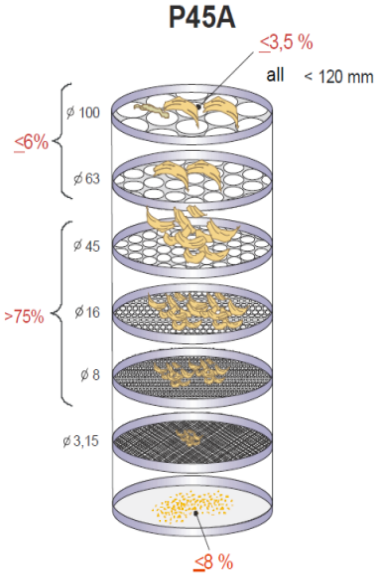


Afbeelding 10, Versnipperen van tak- en tophout.

8.4 Begroting van output en inkomsten van de biomassa installatie

In deze paragraaf zullen de eisen van de brandstof nader worden toegelicht, daarna welke inkomsten en output de beoogde biomassa installatie (GEK Power Pallet, 20 kWh) kan leveren voor het landgoed. De output die behandeld wordt, is de hoeveelheid elektriciteit en warmte die de installatie produceert. Vervolgens zal dit worden doorberekend naar inkomsten verkregen door besparingen en eventuele verkoop van de opgewekte energie.

De beste brandstof voor de Power Pallet is droge houtige biomassa met een hoge koolstofdichtheid. Het vochtpercentage van de brandstof mag maximaal 25%bedragen, dit komt overeenkomt met de vochtklasse M25. De grootte van de brandstof moet tussen de 10-50 mm zijn (All Power Labs, 2012). Dit komt overeen met de P45A uit de THE EUROPEAN STANDARD EN 14961 FOR WOOD CHIPS AND HOG FUEL (VTT Technical Research Centre of Finland of Eija Alakangas, 2010).



Afbeelding 11, Grofheidsklasse van houtsnippers

Zoals kort beschreven in de voorgaande begrotingen, zal de biomassa eerst enkele maanden in het veld drogen, hierdoor kan het vochtgehalte worden terug gebracht tot onder de 30% (Boosten, Oldenburger, Oorschot, Boertjes, & van den Briel, 2009). Omdat het maximale vochtgehalte voor de installatie 25% bedraagt, kan na opslag en versnipperen de biomassa direct in de machine worden gebruikt. Het drogen van de biomassa leidt tot een gewichtsverlies, aan de hand van de onderstaande berekening zal dit worden toegelicht.

Oogst van de bijgroei om de 8 jaar	
Totaal biomassa oogst (vers)	20,32 ton per ha.
Vochtgehalte verse biomassaoogst:	45% = 9,14 ton
Vochtgehalte na droging < 30%	30% = 6,10 ton
Gewichtsverlies	15% = 3,04 ton
Netto beschikbare droge biomassa	17,28 ton per ha.

Door het drogen ontstaat een gewichtsverlies, echter maakt het de biomassa efficiënter. Omdat er minder vocht aanwezig is, is er minder energie nodig om het vergassingsproces op gang te brengen. Er hoeft minder vocht verdreven te worden.

De biomassa-vergassingsinstallatie op landgoed Verwolde is een GEK Power Pallet die op maximaal vermogen 20kW elektrische en 40kW thermische energie kan produceren (All Power Labs, 2012) (Hölscher, 2012). Om op vol vermogen te draaien zal de installatie 22 kg. biomassa per uur verbruiken. Echter dient hierbij in acht genomen te worden dat de machine niet continue op vollast uren zal draaien, dit zou de levensduur van de machine beperken. Voor de begroting is er in dit rapport van uitgegaan dat de machine op 75% vermogen zal draaien. Dit wordt door de fabrikant gespecificeerd, om de installatie niet te overbelasten (All Power Labs, 2012). Dit betekent een biomassa input van 18 kg. per uur en een energieoutput van 15kWh elektriciteit en 30 kWh aan warmte.

Wanneer de installatie continu (24/7) op 75% vermogen zou draaien, kan op basis van de geoogste hectare met 17,28 ton biomassa, levert deze brandstof voor 960 draaiuren op. In deze 960 uur produceert de installatie afgerond 14.400 kWh aan elektrische energie en ca. 28.800 kWh aan thermische energie. Het gemiddelde elektriciteitsverbruik per huishouden in 2011 bedroeg, 3312 kWh(NIBUD, 2012). Een maand bevat gemiddeld 30 dagen, wat overeenkomt met 720 uur. Dit betekent dat de biomassa installatie in bijna anderhalve maand, 4 huishoudens een heel jaar van elektriciteit zou kunnen voorzien op basis van de oogst van de bijgroei van één hectare.

Verkoop van elektrische energie is een mogelijkheid, het is echter zeer ingewikkeld en geeft weinig rendement. Aangezien de prijs van stroom grotendeels bestaat uit energiebelasting en btw.

Terug leveren aan de energieleverancier is een betere optie. De elektriciteit die niet verbruikt wordt, kan dan worden terug geleverd aan het net/ energiebedrijf. Dit terug leveren dient voor ingebruikname gemeld te worden bij zowel de netbeheerder en het energiebedrijf waaraan wordt terug geleverd.

Het energiebedrijf zal eerste 5000 kWh terug geleverde energie salderen met het eigen verbruik, inclusief energiebelasting en btw. Over de terug geleverde energie, die niet gesaldeerd kan worden, moet het energiebedrijf een redelijke vergoeding voor terug leveren betalen. Deze vergoeding verschilt per energiebedrijf, de NMa (Nederlandse Mededingingsautoriteit) houdt toezicht op de vergoeding voor terug levering (consuwijzer, 2012).

Opbouw energieprijs per kWh	
Totaal prijs stroom	0,2287 €
Prijs voor stroom	0,0750 €
Energiebelasting	0,1140 €
BTW	0,0397 €

(MKB Energie, 2012)

Er van uitgaande dat 5000 kWh zelf wordt verbruikt en er 9.400 kWh wordt terug geleverd komt dit op een besparing van € 1144,- en een vergoeding voor levering van € 553,- op basis van het NUON-tarief. Dit geeft een inkomst van € 1696,-.

Vergoeding voor terug leveren		
Nuon	5,88	cent/ kWh
E-on	7,00	cent/ kWh
Eneco	9,20	cent/ kWh
Essent	70%	APX waarde[1]

(www.energieleveranciers.nl)

De thermische energie van 30kWh is voldoende om ruimtes tot 750 m^3 inhoud te verwarmen (Boer, 2009). Om een ruimte een jaar te verwarmen is 15 ton biomassa of 25000 kWh nodig. Dit komt overeen met ca. 2558 m^3 aardgas[2]. Indien de installatie voor verwarming wordt ingezet is het mogelijk om ca. 2558 m^3 aardgas te besparen. Wanneer de energie op het landgoed gebruikt wordt, kan dit een besparing (inclusief energiebelasting) opleveren van € 1742,-. Het is echter de vraag of de energie benut kan worden aangezien de vraag naar thermische energie zich concentreert in de winter (Kofman, 2010). Indien de warmte niet wordt gebruikt voor het verwarmen van ruimtes, is het zeker de moeite waard om de mogelijkheden te onderzoeken of met deze warmte de houtsnippers verder kunnen worden nagedroogd. Deze bevinden zich waarschijnlijk in de directe omgeving van de installatie, dit beperkt de transportkanalen.

Opbouw gasprijs per m3 gas 0-5000 m3	
Totaalprijs gas	0,6808 €
Prijs voor gas	0,3960 €
Energiebelasting	0,1667 €
BTW	0,1181 €

(MKB Energie, 2012)

Door de biomassa eerst in de bosopstand voor te drogen, kan deze met slechts een korte periode nadrogen door warmte van de installatie snel worden ingezet. Hierdoor kan een vochtpercentage van maximaal 25%, opgegeven door de fabrikant, zonder veel extra inspanning en kosten worden bereikt.

Indien de snippers buiten worden opgeslagen kan broei ontstaan, dit is niet wenselijk voor de kwaliteit. Het belangrijkste is dat voorkomen wordt dat vocht in de snippers kan doordringen. Daarnaast mogen de snippers niet worden gekeerd of omgezet, dit veroorzaakt compostering. (Boosten, Oldenburger, Oorschot, Boertjes, & van den Briel, 2009)

[1] Amsterdam Power Exchange

[2] 1 m^3 aardgas komt overeen met 9,769 kWh, (energieconsultant, 2012)

8.5 Begroting van inkomsten op basis van kosten van oogst en inkomsten uit energie.

In de voorgaande paragraaf met begrotingen voor de inkomsten van energieoutput is alleen gekeken naar de output van de installatie. In deze begrotingen zijn de kosten voor de oogst nog niet verrekend. In de onderstaande begroting zal een balans worden opgemaakt van de kosten en inkomsten om het saldo per hectare te bepalen, per exploitatievorm.

Tabel6, Begroting van inkomsten door energieopwekking met de G.E.K. Power Pallet

Exploitatievorm	Uit reguliere houtoogst	Laagdunning	Uit landschapselementen
Kosten oogst in €/ha.	1071,-	1044,-	1685,-
Inkomsten elektriciteit terug geleverd in € /ha.	553,-	553,-	553,-
Besparing eigen gebruik elektriciteit in € / ha.	1144,-	1144,-	1144,-
Saldo €/ha.	+ 626,-	+ 653,-	+ 12,-

In de bovenstaande begroting is niet met de thermische energie gerekend, omdat het niet bekend is of er transportkanalen aanwezig zijn. Indien deze niet aanwezig zijn, leidt de aanleg van de benodigde infrastructuur tot een behoorlijke kostenpost.

In de begroting is gerekend dat een aannemer alle oogst werkzaamheden zal uitvoeren, echter omdat het landgoed ook met vrijwilligers werkt kunnen hier mogelijk verdere besparingen uit voortvloeien.

Uit deze begroting kan worden opgemaakt dat ondanks hoge exploitatiekosten toch een positief resultaat kan worden behaald. Door de hoge kostprijs van biomassawinning uit landschapselementen, blijkt dit net rendabel.

In deze begroting zijn de aankoop en onderhoudskosten niet meegerekend, de aankoopprijs is bekend maar de kosten voor onderhoud niet. Het is afhankelijk van de eigenaar welke oppervlakte, op welke termijn, geoogst gaat worden. Zodra hier een beslissing in is genomen, kan berekend worden wanneer de aankoop is terugverdiend. Kosten voor afschrijving zijn tevens buiten beschouwing gelaten, deze zijn nog onbekend.

Omdat er nog geen concreet besluit is genomen waar de installatie zal worden geplaatst, zijn opslagkosten van de biomassa ook niet in de begroting meegenomen.

9. Discussie

In dit rapport is het gehele proces rondom de biomassaoogst beschreven, echter was niet direct alle informatie voor handen. Dit heeft geleid tot aannames en invulling is ontstaan op basis van eigen interpretatie. Dit wil echter niet zeggen dat dit onjuiste gegevens met zich meebrengt. Het biedt wel stof tot nadenken. In dit hoofdstuk zullen punten vatbaar voor discussie per hoofdstuk worden doorlopen.

Biomassa winning in combinatie met boscertificeringen (hoofdstuk 2)
Certificeringen krijgen tegenwoordig meer het beeld van een verplichting voor een boseigenaar. Zonder certificering worden de afzetmogelijkheden van hout en biomassa steeds moeilijker. Hierbij kan de vraag gesteld worden, of het noodzakelijk is de eisen voor biomassaoogst te herzien? Mogelijkheden voor vernieuwingen zoals biomassa, wordt op deze wijze sterk gelimiteerd. Als de verschillende partijen, certificeerders en boseigenaren, hier de handen ineen zouden slaan kunnen mogelijke eisen beter worden geformuleerd.

Ecologische effecten welke kunnen optreden, op landgoed Verwolde, door de oogst van biomassa. (hoofdstuk 4)
De resultaten uit dit hoofdstuk zijn afkomstig uit literatuurstudie, dit houdt in dat er nu algemene effecten zijn beschreven. In de praktijk kunnen effecten sterker optreden of van minder invloed zijn dan beschreven. Om de effecten daadwerkelijk inzichtelijk te maken dient een complete bodem bemonstering plaats te vinden in combinatie met een monitoringsprogramma van meerdere jaren. Zodra dit programma is uitgevoerd kunnen de werkelijke effecten beschreven worden.

Bepaling van biomassa, welke methode geeft het meest accurate resultaat? (hoofdstuk 5)
Zoals in dit hoofdstuk beschreven zijn er verschillende methoden om de hoeveelheid biomassa te bepalen, deze zijn echter altijd indicatief. Het zelfde geldt voor de resultaten in dit rapport, echter is hier getracht een meer nauwkeurige indicatie te geven dan met de andere methoden mogelijk is.

Er zijn verschillende biomassa expansie factoren uit onderzoek voortgekomen, veelal op basis van buitenlandse data. De gebruikte expansie factoren zijn zowel op basis van nationale als internationale data, in een vergelijkbare klimaatzone. Echter stamt deze data uit een onderzoek uit 1990, de vraag is of deze data nog actueel genoeg is. Alleen een praktijkonderzoek door middel van vellen en wegen kan hier uitsluitsel geven. Verder zal deze praktijktest dan ook uitwijzen of de expansiefactoren op basis van buitenlandse data in Nederland toepasbaar zijn.

Bomen groeien naar gelang de mogelijkheden van hun standplaats, niet volgens een standaard model of berekening. Dit leidt er toe dat een boom een afwijkende hoeveelheid biomassa kan bevatten dan een expansie factor voorspelt.

Aanwezige hoeveelheid biomassa op landgoed Verwolde (hoofdstuk 6)
In dit hoofdstuk zijn vele (complexe) berekeningen toegepast, door het ontbreken van data zijn aannames gedaan om toch de berekening uit te voeren en een beeld van de hoeveelheid te kunnen schetsen. Voor sommige soorten zijn geen vormgetallen aanwezig om de inhoud te berekenen, deze waarden zijn ingevuld met waarden van soorten met vergelijkbare groeikarakteristieken. Dit zou mogelijk een vertekend beeld kunnen geven.

De gebruikte opstandlegger bleek gedateerd te zijn, de opstanden zijn aan enige verandering onderhevig geweest. Wat logisch is aangezien de successie en houtoogst zijn doorgegaan.

Een andere inventarisatie kwam ook niet direct met het aangetroffen beeld overeen. Dit maakt leeftijdsbepaling van de opstand gecompliceerd. Om toch de biomassaberekening uit te voeren, is van bomen waarvan geen leeftijd bekend was de diameter als ingang gebruikt. Deze bomen zijn op basis van diameter vergeleken met bomen van een zelfde soort waarvan de leeftijd wel bekend is. Dit betekent niet dat deze bomen automatisch van gelijke leeftijd zijn, dit is standplaats afhankelijk. Deze aanname kan zowel tot een onder- als overschatting van de expansie factor leiden. Hoe groot deze afwijking zal zijn is echter niet bekend. Dit kan alleen worden ondervangen door middel van aanwasboringen om exacte leeftijden vast te stellen, het is alleen niet gewenst om veel bomen aan te boren.

Het integreren van biomassawinning op landgoed Verwolde (hoofdstuk 7)
Voor het integreren en implementeren van de biomassaoogst zijn verschillende opties aangedragen, deze opties spitsen zich toe op biomassa. Er dient per optie gekeken te worden of deze ook daadwerkelijk op het landgoed is uit te voeren. Vanwege het kleinschalige oppervlak van sommige elementen kan de vraag ontstaan of het wenselijk is deze hiervoor te utiliseren.

Begroting van inkomsten en kosten door de biomassaoogst (hoofdstuk 8)
De begrotingen zijn opgesteld aan de hand van het normenboek 2012 van Alterra, in werkelijkheid kunnen prijzen lager uitvallen. Reden hiervoor is specialisatie van aannemers, welke specifieke machines of werkwijzen voor bepaalde activiteiten hebben.

In de begrotingen voor de biomassaoogst is gerekend met machines welke overcapaciteit hebben ten aanzien van de norm, dit kan zowel de tijdsduur als de kostprijs beïnvloeden. Een punt voor discussie is, of het rekenen met overcapaciteit noodzakelijk is. In werkelijkheid zal een aannemer zelf bepalen welke machines ingezet worden, onafhankelijk van overcapaciteit, met de bijbehorende prijs.

Op het landgoed wordt veel met vrijwilligers gewerkt, hierdoor zouden sommige werkzaamheden in eigen beheer uitgevoerd kunnen worden. Dit heeft tot gevolg dat de berekende kostprijs aanzienlijk zal afwijken van de begrotingen.

De begrotingen van de inkomsten uit besparing en het terug leveren van energie zijn op basis van de, voor de periode 2012-2013 vastgestelde prijzen. Eventuele prijsfluctuaties zijn hier niet in voorzien.

De berekende jaarlijks te oogsten hoeveelheid biomassa is een gemiddelde, wanneer echter besloten wordt een ander oogstprincipe te hanteren zullen de hoeveelheden verschillen. Dit betekent dat dit een direct effect heeft op de begrote prijs per ton.

10. Conclusies en aanbevelingen.

De resultaten van dit onderzoek wijzen uit dat er jaarlijks ca. 415 ton biomassa op 163,53 hectare bijgroeit, dit komt neer op 2,54 ton per hectare. Oogst van deze biomassa is momenteel alleen mogelijk met een FSC-certificering, deze stelt geen restricties aan de biomassaoogst. Echter mag de biomassaoogst geen nadelig effect hebben op de diversiteit in het beheerde gebied. In combinatie met een PEFC-certificering is het momenteel alleen mogelijk om biomassa te oogsten uit landschapselementen. De diameterrestrictie die de PEFC-certificering aan biomassa uit bosopstanden stelt is de grootste beperking. Biomassa mag niet op podzolgronden en kalkloze zandgronden worden geoogst, de bosopstanden binnen het landgoed liggen voor ca. 60% op Veldpodzolen.

Het verdient aanbeveling om een dunningsfrequentie te hanteren waarbij minstens 20 ton biomassa per hectare wordt geoogst, per oogstronde. Met deze hoeveelheid is de kostprijs overeenkomstig met de huidige marktprijzen, wordt er meer geoogst dan zal dit de kostprijs drukken.

In dit onderzoek wijzen de begrotingen van de inkomsten een positief saldo uit voor biomassaoogst uit reguliere houtoogst en laagdunning. Door het vele handmatige werk voor de oogst uit landschapselementen, is dit niet rendabel. Op basis van dit onderzoek kan worden gesteld dat biomassa een potentiële economische drager is, afhankelijk van de exploitatievorm. Extra inkomsten kunnen door verkoop of opwekking van energie worden gegenereerd. Belangrijk is te vermelden dat het type installatie van grote invloed is. Wanneer deze zo efficiënt is als de beoogde installatie, is dit de doorslaggevende factor.

Een aanbeveling is indien biomassa uit landschapselementen wordt geoogst dit dan te doen met de bestaande vrijwilligersgroep. Wanneer de vrijwilligersgroep het afzetten van de houtige beplantingen doet, worden de hoogste kosten uitgespaard. Op deze wijze kan oogst uit landschapselementen een hoger positief saldo opleveren.

Wet en regelgeving betekent voor biomassaoogst geen directe beperking, hiervoor gelden dezelfde restricties als voor reguliere houtoogst. Zolang de “checklist zorgvuldig bosbeheer” in acht genomen wordt kan biomassa zonder verdere restricties worden geoogst.

Wanneer de ingreep van de houtoogst de kroonsluiting niet reduceert tot onder 60% van de oppervlakte, is het doen van kapmelding ten behoeve van de boswet niet noodzakelijk. Het enige knelpunt met de boswet kan optreden op het moment dat er een laan wordt gerooid, omdat dit tot schade leidt aan het landschappelijk schoon. Echter zal een laan alleen uit veiligheidsredenen worden gerooid, dit is om deze reden dan ook niet in het rapport opgenomen.

De wet milieubeheer staat het gebruik van biomassa als brandstof toe, het wordt niet gezien als bedrijfsafval van houtoogst.

Ecologische effecten zullen optreden, echter kan aan de hand van de literatuur geen beeld worden geschetst in welke mate. De literatuurstudie beschrijft daarom de mogelijke effecten. Hiervoor is een uitgebreid onderzoek, met complete bodem analyse, noodzakelijk om duidelijkheid te creëren. Om de effecten enigszins te beperken, wordt aanbevolen een zonering in te voeren waar de biomassa na houtoogst in de opstanden aanwezig blijft. De voorkeur voor een dergelijke zonering gaat uit naar

opstanden met inheems loofhout, uit onderzoek is gebleken dat dit bostype het meest soortenrijk is. Het grote aandeel eikenopstanden kan hier uitkomst bieden.

Een aanbeveling, om de ecologische effecten te beperken, is de biomassa voorgeconcentreerd in het veld te laten drogen. Hierdoor wordt de afvoer van nutriënten beperkt, blad en naalden blijven op deze wijze in de opstand aanwezig. Wanneer hier plaatselijk een hoge concentratie ontstaat, kan dit eventueel in de opstand worden terug gebracht na het snipperen van het tak- en tophout.

Het gebruik van Biomassa Expansie Factoren geeft altijd een indicatie van de aanwezige hoeveelheid biomassa, bomen groeien niet volgens de expansie factoren maar naar de mogelijkheden van hun standplaats. Het verdient aanbeveling om de expansie factoren in de praktijk te testen, al is dit alleen via een destructieve methode mogelijk. Door eerst een aantal bomen te selecteren, vooraf de biomassa te berekenen en vervolgens te vellen, kan daarna de stam- en takhout worden gewogen. Vanuit deze resultaten kunnen de expansie factoren worden gecontroleerd, echter zal voor goede resultaten een groot aantal bomen geveld dienen te worden.

Uit berekening is gebleken dat er jaarlijks gemiddeld 2,54 ton biomassa per hectare bijgroei is. Echter zal niet jaarlijks worden geoogst, wanneer een dunningsfrequentie wordt bepaald kan de bijgroei met het aantal jaar van de dunningsfrequentie worden vermenigvuldigd. Echter dient de bijgroei van het stamvolume als leidend gezien te worden voor certificeringen. Biomassa is een bijproduct van de houtoogst. Het voorgenoemde geldt niet voor landschapselementen, hier kan de hoeveelheid biomassa mede bepalend zijn voor de onderhoudsinterval. De kostprijs van de oogst per ton biomassa kan lager uitvallen wanneer er andere exploitatievormen worden toegepast, zoals groepenkap of kaalslag. Hierbij komt in één keer een grotere hoeveelheid in tonnen beschikbaar, waar de prijs per hectare misschien marginaal zal stijgen. Door de prijs per hectare dan te delen door het aantal ton is de prijs per ton te berekenen. Een aanbeveling is dan ook om deze vormen, wanneer toepasbaar, te overwegen. Dit is echter niet begroot vanwege het grootschalige karakter en de mogelijke afbreuk op het karakter van het landgoed.

De resultaten van dit onderzoek zijn per hectare berekend, dit geeft de opdrachtgever de mogelijkheid zelf te bepalen op hoeveel hectare er biomassa geoogst gaat worden. Een aanbeveling is om in samenwerking met de andere eigenaren een werkblokindeling te maken.

Voor dit rapport zijn alle aspecten omtrent biomassaoogst onderzocht. Het rapport biedt particuliere boseigenaren een voorbeeld, welke thema’s, werkzaamheden en analyses met het onderwerp biomassaoogst zijn verbonden. Hierdoor krijgen boseigenaren en terreinbeheerders een beter beeld welke processen doorlopen dienen te worden voor zowel kwantificering, als de oogst van biomassa.

Bronvermelding

All Power Labs. (2012). personal scale power. Barkeley, Verenigde Staten.

AVIH, A. V. (2012). *www.avih.nl/nederlands hout/productie en oogst*. Retrieved December 12, 2012, from www.avih.nl: www.avih.nl

Baritz, R., & Strich, S. (2000). Forests and the National Greenhouse Gas Inventory of Germany. *BASE Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2000 4 (4),*, 267–271.

Black, K. (2004). *Improved estimates of biomass expansionfactors for Sitka spruce.*Dublin: University College Dublin - Irish Forestry.

Boer, B. d. (2009). Winst uit eigen woud: Hout oogsten, bewaren en stoken. *vakblad voor greenkeeping*, 5.

Bolscher, G. H. (2008). *Hout een duurzame brandstof?*

Boosten, M., Oldenburger, 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.* Wageningen: Probos.

Bosschap. (2010, December 06). *Wet- & Regelgeving: Gedragscodes bos en natuur - downloads - gedragscode bosbeheer& checklist gedragscode bosbeheer.*Retrieved September 19, 2012, from Bosschap: http://www.bosschap.nl/wetgeving/detail/detail.php?Gedragscodes-bos-en-natuur-1

consuwijzer. (2012). *De teruglevering van elektriciteit*. Retrieved november 21, 2012, from http://www.consuwijzer.nl: http://www.consuwijzer.nl/energie/duurzame-energie/teruglevering/teruglevering-van-elektriciteit

energieconsultant, D. (2012). *www.energieconsultant.nl/marktinfo-energiemarkt/energie-berekeningen-uit-de-praktijk/omrekening-van-euromwh-naar-ctm3n/*. Retrieved november 29, 2012, from www.energieconsultant.nl: www.nma.nl/images/TarievenCode_Gas_101928-2222-157538.pdf

Fox, T. (2000). Sustained productivity in intensively managed forest plantations. *Forest Ecology and Management 138*, 187-202.

FSC Nederland. (2007). *FSC / NL Final version of the National Dutch FSC-Standard for certification of good forest management, June 2005 (edited August 2007).*FSC Nederland.

FSC Nederland. (2010). *Wat is FSC ?*Retrieved December 14, 2012, from FSC Nederland: http://www.fsc.nl/over-fsc/fsc

Gigler, J. (2000). *Drying of willow biomass in supply chains.*Wageningen: IMAG Wageningen Universiteit.

Hölscher, H. (2012). Fellow Beheer BV. Heemstede , Holland.

Jagers op Akkerhuis, G., Moraal, L., Wijdeven, S., Veerkamp, M., & Bijlsma, R. (2005). *Dood hout en biodiversiteit, Alterra rapport 1320.* Wageningen: Alterra onderzoeksinstituut.

Jong de, J. (2011). *Effecten van oogst van takhout op de voedingstoestand en bijgroei van bos, Alterra rapport 2202.* Wageningen: Alterra.

Kelvin, L. (-, - -). *Lord Kelvin Quotations*. Retrieved December 14, 2012, from Lord Kelvin Quotations quotations / measurement: http://zapatopi.net/kelvin/quotes/#meas

Kofman, P. D. (2010). Hout voor energievoorzieningsketen: "van bos naar poort". Danish Forestry Extension.

Lethonen. (2004). Biomass expansion factors (BEFs) for Scots pine, Norway spruceand birch according to stand age for boreal forests. *Elsevier Forest Ecology and Management 188*, 211-224.

McKee, W. J., Hatchell, G., & Tiarks, A. (1985). *Managing Site Damage From Logging.* Asheville, North Carolina, USA: Southeastern Forest Experiment Station.

MKB Energie. (2012). *Leveringstarieven elektriciteit MKB Energie per 1 januari 2012.*Retrieved november 21, 2012, from www.mkbenergie.nl: http://www.mkbenergie.nl/html/downloads/downloads.asp

MKB Energie. (2012). *Leveringstarieven gas MKB Energie per 1 juli 2012.*Retrieved november 21, 2012, from www.mkbenergie.nl: http://www.mkbenergie.nl/html/downloads/downloads.asp

Natuurbeheer.nu. (2012, Februari 13). *Boswet: Natuurbeheer*. Retrieved September 19, 2012, from Natuurbeheer: http://www.natuurbeheer.nu/Wet-_en_regelgeving/Nederland/Boswet/

NIBUD. (2012, November 29). *www.nibud.nl/uitgaven/huishouden/gas-elektriciteit-en-water.html*. Retrieved from www.nibud.nl.

PEFC Nederland. (2011). *PCSN I - PEFC Standaard Nederland "Definitieve versie 27-09-2011".* PEFC Nederland.

PEFC Nederland. (2012). *Wat is PEFC ?* Retrieved December 15, 2012, from PEFC Nederland: http://www.pefcnederland.nl/wat-is-pefc

Provincie Gelderland. (z.d.). *Streekplanuitwerking: Gelderland*. Retrieved September 19, 2012, from Gelderland: http://www.gelderland.nl/?id=12081

Raffe van, J., & Jong de, A. (2012). *Normenboek Natuur, Bos en Landschap 2012 (Digitale versie).* Wageningen: Alterra.

Schmitz, H. (2007). *Lijnen in het landschap Houtwallen, singels, heggen en andere lijnvormige houtopstanden.*Utrecht: Landschapsbeheer Nederland.

Schroeder. (1997). *Biomass estimation for temperate broadleafforests of the United States using inventory data.*Forest Science 43: 424-434.

Vries de, W. A. (1990). *Literatuurstudie naar voorraden en verblijftijden van elementen in bosecosystemen.*Wageningen: Staring Centrum, rapport 94, 205 p.

VTT Technical Research Centre of Finland of Eija Alakangas. (2010). *THE EUROPEAN STANDARD EN 14961 FOR WOOD CHIPS AND HOG FUEL.*

Wiliamson, J., & Neilsen, W. (2000). The influence of forest site on rate and extent of soil compaction and profile disturbance of skid trails during ground-based harvesting. *Canadian Journal of Forest Research*, 1196-1205.

www.energieleveranciers.nl. (n.d.). *terugleververgoeding*. Retrieved november 28, 2012, from www.energieleveranciers.nl: http://www.energieleveranciers.nl/zonnepanelen/terugleververgoeding

Zianis, D., Muukkonen, P., Mäkipää, R., & Mencuccini, M. (2005). *Biomass and stem volume equations for tree species in Europe.*Helsinki, Finland: The Finnish Forest Research Institute.

Fotoverantwoording

Afbeelding 1, Jonker Emilelaan te Landgoed Verwolde 26
Bron: www.landgoedverwolde.nl
Eigenaar: Landgoed Verwolde Laren

Afbeelding 5, Aanwasboor voor bijgroeibepaling.....30
Bron: www.boomadviseur.nl-groeiringanalyse
Eigenaar: Boomadviesbureau De Groot B.V. Veenendaal

Afbeelding 6, Uitnemen van een boorkern voor bijgroeibepaling.....30
Bron: www.bosbouwshop.nl/bosbouwshop/aanwasboor/complete-boren
Eigenaar: Wolfswinkel Groentechniek B.V. Hoenderloo

Afbeelding 8, Bestrijding van Amerikaanse vogelkers met een minigraver..... 34
Bron: www.vanstipdonk.nlnatuurbeheerbestrijden van prunus robinia 1
Eigenaar: Van Stipdonk B.V. Geldrop

Afbeelding 9, Verwijderen van een Amerikaanse vogelkers met een minigraver 34
Bron: www.landgoedverwolde.nl
Eigenaar: Van Stipdonk B.V. Geldrop

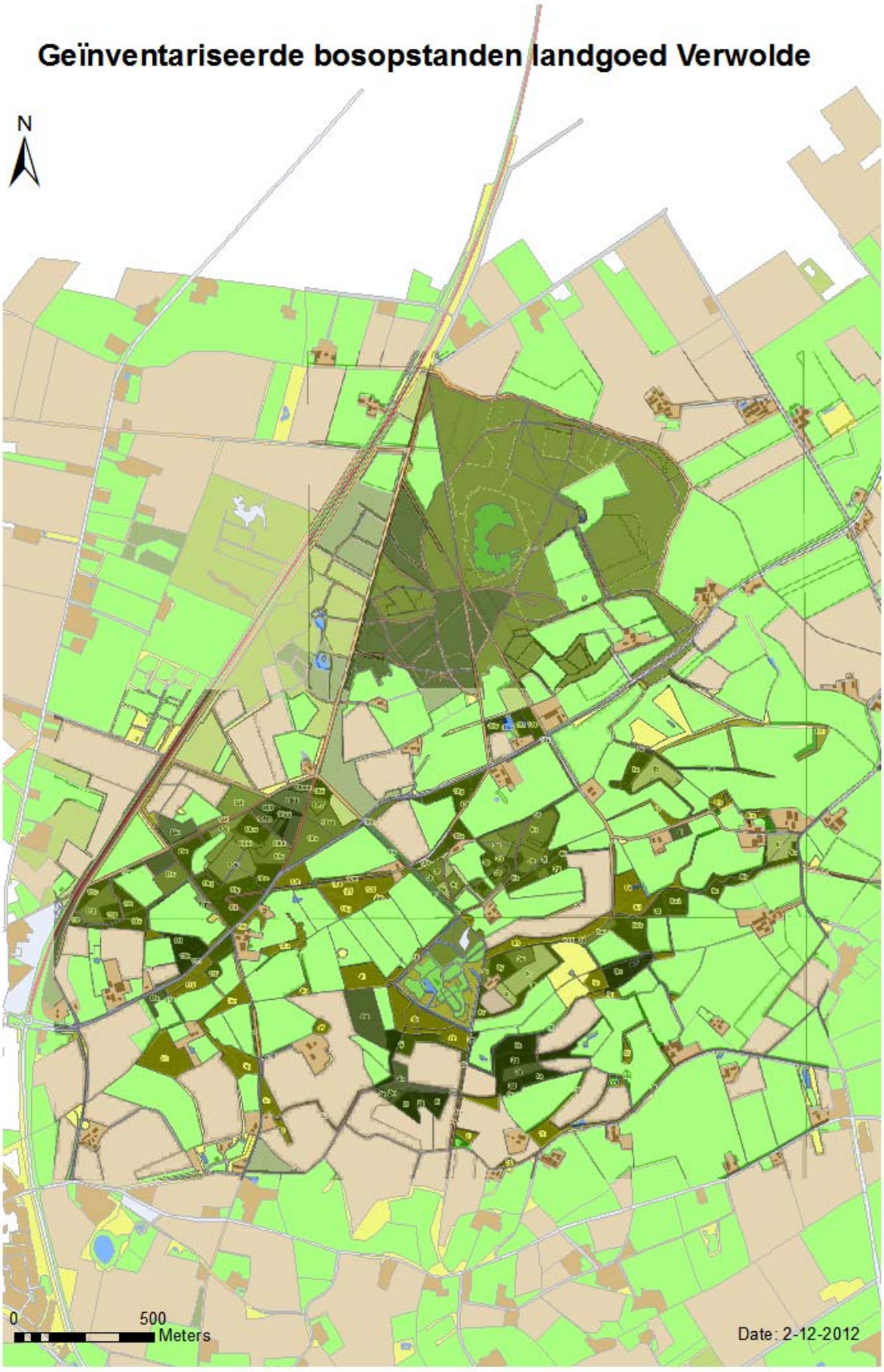
Afbeelding 10 Versnipperen van Tak- en tophout 40
Bron: www.landgoedverwolde.nl
Eigenaar: Ebola B.V. Voorst

Afbeelding 11, Grofheidklassehoutsnippers.....40
Bron: VTT Technical Research Centre of Finland of Eija Alakangas

Afkortingen en symbolen

B.E.F.	: Biomassa Expansie Factor
Btw	: Belasting toegevoegde waarde
Ca	: Circa
CD	: Compact Disc
Cm	: centimeter
CoC.	: Chain of Custody
DBH	: diameter borst hoogte
EHS	: Ecologische Hoofd Structuur
EL&I	: Ministerie van Economische zaken, Landbouw & Innovatie
Eenh.	: eenheid
Eneco	: Energieleverancier
&	: en
E-on	: Energieleverancier
Essent	: Energieleverancier
€	: euro
Excl.	: exclusief
FPG	: Federatie Particulier Grondbezit
FSC	:Forest Stewardship Council
<	: groter dan …..
GEK	: Gasifier Experimenters Kit, Power Pallet
≥	: groter dan of gelijk aan
Ha	: hectare
Incl.	: inclusief
>	: kleiner dan…
kW	: kilowatt
kWh	: kilowatt hour / kilowattuur
M	: moisture content / vochtgehalte
M25	: moisture content 25% / vochtgehalte 25%
m^3	: kubieke meter
MKB	: Midden en klein bedrijf
mm	: millimeter
≤	: minder dan of gelijk aan
NMa	: Nederlandse Mededingingsautoriteit
Nuon	: Energieleverancier
OSB-hout	: Oriented Strand Board - hout
PEFC	: Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes
%	: procent
st.	: stuk(s)
VEDEL	: VErwolde Duurzaam Energie Landschap

Bijlage 1 Kaart geïnventariseerde bosopstanden landgoed Verwolde



Bijlage 2, Overzicht aanwezige biomassa per eigenaar

	Biomassa per boomsoort per eigenaar					
Soort	S.J. vd. Borch	I.A. vd. Borch	J.C.J.M.S. vd. Borch	P.D. Bredt	W.H.E. vd. Borch	Totaal
Acacia	5,24	0,44	0,42			6,10
Amerikaanse eik	123,98	7,71	98,04		342,62	572,35
Abies Grandis			5,08		8,24	13,32
(Reuze zilverspar)						
Amerikaanse Vogelkers		0,92				0,92
Berk	29,29	66,05		8,67	266,28	370,29
Beuk	519,59	116,56	29,19	0,13	183,84	849,31
Corsicaanse den		2,48			10,99	13,47
Douglasspar	73,75	121,55	63,16	6,67	140,18	405,31
Esdoorn	237,21	17,91	34,19		29,65	318,96
Eik (inlands)	2579,70	910,57	523,70	58,31	492,10	4564,39
Es	42,12	70,85		27,36		140,33
Fijnspar	35,61	2,52	11,85		206,73	256,71
Grove den		144,79			464,53	609,31
Hazelaar	24,18	5,97	5,83			35,98
Japanse lariks	5,85	107,53	9,51		159,49	282,37
Linde (soort)					9,92	9,92
Oostenrijkse den			0,44		2,29	2,74
Populier (soort)	591,06	7,90	54,42	327,77		981,16
Sitkaspar					16,31	16,31
Thuja plicata	45,13	9,38	8,19		0,06	62,76
(Reuze levensboom)						
Tamme kastanje	9,19					9,19
Tsuga Heterophyla		8,57			1,02	9,59
(Westelijke Hemlockspar)						
Wilg (soort)	0,78			2,48		3,26
Zwarte els	51,89	1,27	4,66	4,95	2,04	64,81
Zoete kers	25,38		3,63		27,31	56,32
totaal	4399,95	1602,96	852,31	436,36	2363,61	9655,19

Bijlage 3, Overzicht van genomen boorkernen per soort en diameterklasse

	Diameterklasse 0 tot 30 cm.				
soort	diameter gemiddeld cm.	dbh. cm.	aantal jaarringen	lengte boorkern cm.	hoogte m.
Acacia	17,60	17,75	41	6,9	12
Amerikaanse eik	21,35	21,2	25	8,9	19
Amerikaanse vogelkers	10,43	14	11	4,7	8,5
Berk	14,72	14,8	25	7	22
Beuk	20,83	20,75	24	7,2	20
Corsicaanse den	28,58	27,5	49	8,5	27
Douglasspar	16,60	16,1	38	6,2	14,5
Esdoorn	16,26	16,5	26	7,8	21
Eik (Inlands)	17,13	16,9	29	7,9	12
Es	24,19	22,6	15	6,4	18
Fijnspar	19,87	19,75	42	7,7	18
Grove den	17,49	17,5	29	5,5	18
Hazelaar	8,20	8	12	5,6	9
Japanse lariks	20,67	20,75	28	9,1	20
Linde (soort)	18,02	18,2	29	8,2	18
Populier (soort)	22,49	22,6	15	6,4	18
Thuja Plicata (Reuze levensboom)	20,68	20,7	23	5,2	14
Tsuga heterophyla (Westelijke Hemlockspar)	19,50	18,7	22	6	19
Wilg (soort)	15,70	14,2	11	5,7	20
Zwarte els	12,80	13,5	15	4	8

	Diameterklasse 31 tot 60 cm.				
soort	diameter gemiddeld cm.	dbh. cm.	aantal jaarringen	lengte boorkern cm.	hoogte m.
Amerikaanse eik	43,13	43,9	27	8,5	25
Abies grandis (Reuze zilverspar)	39,87	40	22	5,8	33
Berk	39,37	40,2	28	7,8	27
Beuk	42,41	42,6	24	7,7	33
Douglasspar	45,00	45,2	24	7,8	34
Esdoorn	37,48	37,4	34	8,4	27
Eik (Inlands)	45,30	45	21	7,9	30
Fijnspar	36,57	36,6	38	11,2	23
Grove den	38,69	38,6	30	8,9	25
Japanse Lariks	37,13	36,9	36	9,3	26
Oostenrijkse den	34,76	33,8	29	7,4	24
Populier (soort)	44,07	43,6	29	7,3	28
Sitkaspar	32,10	32,2	34	9,5	26
Thuja Plicata (Reuze levensboom)	41,62	42	25	6,4	29
Tamme kastanje	47,29	45	21	7,9	30
Zoete Kers	34,75	35,4	16	5,9	21

	Diameterklasse 61 tot 90 cm.				
soort	diameter gemiddeld cm.	dbh. cm.	aantal jaarringen	lengte boorkern cm.	hoogte m.
Amerikaanse eik	67,56	69,9	12	5,2	37
Beuk	71,01	70,4	30	10,5	29
Douglasspar	68,19	68,5	18	10,4	39
Eik (Inlands)	70,86	70,6	33	10,3	28,5
Populier (soort)	71,46	71,3	23	7,6	44

	Diameterklasse > 91 cm.				
soort	diameter gemiddeld cm.	dbh. cm.	aantal jaarringen	lengte boorkern cm.	hoogte m.
Eik (Inlands)	106,57	106,8	30	11,7	34
Populier (soort)	115,86	114,5	25	7,3	41